

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

3
JCS9 U.S. PRO
10/022594
12/20/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年12月26日

出願番号

Application Number:

特願2000-396290

出願人

Applicant(s):

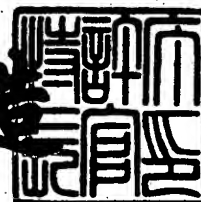
日本電気株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年10月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2001-3092129

【書類名】 特許願

【整理番号】 49220188

【提出日】 平成12年12月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 12/00
H04L 12/48
H04L 12/56

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

【氏名】 神谷 聡史

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

【氏名】 西原 基夫

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

【氏名】 池松 龍一

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100084250

【弁理士】

【氏名又は名称】 丸山 隆夫

【電話番号】 03-3590-8902

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007250

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9303564

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 G F P フレーム転送装置および G F P フレーム転送方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 G F P (G e n e r i c F r a m e P r o c e d u r e) フレームを G F P ネットワークにおいて転送する G F P フレーム転送装置において、

前記 G F P フレームが前記 G F P フレーム転送装置において生成され送信される場合に、前記 G F P フレームのペイロードフィールドを生成ターゲット領域として F C S (F r a m e C h e c k S e q u e n c e) を生成してこれを前記 G F P フレームの F C S フィールドに付与する F C S 生成手段を備えたことを特徴とする G F P フレーム転送装置。

【請求項 2】 前記 G F P フレーム転送装置が前記 G F P フレームを受信した場合に、前記 G F P フレームの前記ペイロードフィールドおよび前記 F C S フィールドを用いて F C S チェックを行う F C S チェック手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 記載の G F P フレーム転送装置。

【請求項 3】 前記 F C S チェック手段による前記 F C S チェックにおいて次の G F P フレーム転送装置に転送されるべき G F P フレームのエラーが検出された場合、前記 G F P フレームは廃棄されず、前記エラーが検出された際の F C S を付与されたまま前記次の G F P フレーム転送装置に転送されることを特徴とする請求項 2 記載の G F P フレーム転送装置。

【請求項 4】 前記 F C S チェック手段による前記 F C S チェックにおいてエラーが検出された場合に前記 F C S チェック手段からこのエラー検出を通知され、このエラー検出について前記 G F P ネットワークの管理システムに通知する監視制御処理手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 2 または 3 記載の G F P フレーム転送装置。

【請求項 5】 G F P (G e n e r i c F r a m e P r o c e d u r e) フレームを G F P ネットワークにおいて転送する G F P フレーム転送装置において、

前記 G F P フレーム転送装置が前記 G F P フレームを受信して次の G F P フレ

ーム転送装置に転送する場合に、前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域とeHEC (extension Header Error Control) フィールドの前記GFPフレーム転送装置における更新前と更新後との差分と、前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームのFCS (Frame Check Sequence) とを基に、前記GFPフレーム転送装置から出力される前記GFPフレームのFCSを再計算してこれを前記GFPフレームのFCSフィールドに付与するFCS再計算手段を備えたことを特徴とするGFPフレーム転送装置。

【請求項6】 前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信した場合に、前記GFPフレームのペイロードエリアおよび前記FCSフィールドを用いてFCSチェックを行うFCSチェック手段をさらに備えたことを特徴とする請求項5記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項7】 前記FCSチェック手段による前記FCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームは廃棄されず、前記FCS再計算手段により再計算された前記FCSを付与されて前記次のGFPフレーム転送装置に転送されることを特徴とする請求項6記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項8】 前記FCSチェック手段による前記FCSチェックにおいてエラーが検出された場合に前記FCSチェック手段からこのエラー検出を通知され、このエラー検出について前記GFPネットワークの管理システムに通知する監視制御処理手段をさらに備えたことを特徴とする請求項6または7記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項9】 前記FCS再計算手段は、

前記GFPフレームの前記拡張ヘッダ領域と前記eHECフィールドの前記GFPフレーム転送装置における更新前と更新後との前記差分を求める減算回路と

複数の剰余レジスタと前記FCSの生成多項式 $G(x)$ に対応したフィードバックを前記複数の剰余レジスタに行う構成とを有して前記差分を入力とするCRC演算回路と、

前記CRC演算回路の前記複数の剰余レジスタの各出力と前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームの前記FCSの各ビットとの和をそれぞれ求める加算回路と

を有することを特徴とする請求項5記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項10】 前記FCS再計算手段におけるFCS再計算は、
前記減算回路により前記差分を求め、
前記CRC演算回路の前記複数の剰余レジスタをすべて0に初期化し、
前記差分を前記CRC演算回路に入力し、
前記ペイロードフィールドのビット数+32だけ前記CRC演算回路に0を入力し、

次のクロックで前記複数の剰余レジスタの前記各出力と前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームの前記FCSの前記各ビットとをそれぞれ前記加算回路により加算する

ことにより行われることを特徴とする請求項9記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項11】 GFP (Generic Frame Procedure) フレームをGFPネットワークにおいて転送するGFPフレーム転送装置において、

前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信した場合に、前記GFPフレームのFCS (Frame Check Sequence) を用いてエラーチェックを行い、このFCSチェックにおいてエラーが検出された場合に前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドにエラー通知ビットをセットするFCSチェック／エラー通知ビットセット手段を備えたことを特徴とするGFPフレーム転送装置。

【請求項12】 前記FCSチェック／エラー通知ビットセット手段による前記FCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームは廃棄されず、前記GFPフレーム転送装置において再計算されたFCSを付与されて前記次のGFPフレーム転送装置に転送されることを特徴とする請求項11記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項13】 前記GFPフレームは、GFPリングフレームであり、前記エラー通知ビットがセットされる前記所定のフィールドは、前記GFPリングフレームの前記拡張ヘッダ領域内のSpareフィールドの一部に設けられることを特徴とする請求項11記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項14】 前記GFPフレームは、GFPリングフレームであることを特徴とする請求項1から12のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項15】 前記GFPフレームは、前記GFPネットワーク内のIngressノードからEgressノードまでのパスを一意に指定するために定義されたパスIDに対応するラベルを拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納したGFPパスフレームであることを特徴とする請求項1から12のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項16】 前記GFPフレームのペイロードフィールドに格納されるべきパケットを格納したサブネットワークのフレームを終端し、前記サブネットワークのフレームから前記パケットを抽出するパケット抽出手段をさらに備えたことを特徴とする請求項1から15のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項17】 前記パケット抽出手段は、前記サブネットワークのフレームから不要な前記サブネットワーク用のオーバーヘッドを除去することにより前記パケットを抽出することを特徴とする請求項16記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項18】 前記サブネットワークは、Ethernetであることを特徴とする請求項16または17記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項19】 前記パケット抽出手段は、前記EthernetのEthernetフレームのペイロードから前記パケットを抽出することを特徴とする請求項18記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項20】 前記サブネットワークは、POS (Packet Over SONET) であることを特徴とする請求項16または17記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項 2 1】 前記パケット抽出手段は、前記 P O S の H D L C フレームのペイロードから前記パケットを抽出することを特徴とする請求項 2 0 記載の G F P フレーム転送装置。

【請求項 2 2】 前記 G F P フレームを、前記 G F P ネットワークにおいて前記 G F P フレームを収容する O S I 参照モデルの第 1 層のフレームであるレイヤ 1 フレームに格納し、この前記 G F P フレームを格納した前記レイヤ 1 フレームを、前記 G F P フレーム転送装置の適切な出力ポートから前記 G F P ネットワークに送信する G F P フレーム送信手段をさらに備えたことを請求項 1 から 2 1 のいずれか 1 項に記載の G F P フレーム転送装置。

【請求項 2 3】 前記 O S I 参照モデルの第 1 層として、S O N E T (S y n c h r o n o u s O p t i c a l N E T w o r k) が用いられることを特徴とする請求項 2 2 記載の G F P フレーム転送装置。

【請求項 2 4】 前記 G F P フレーム送信手段は、前記 S O N E T の S O N E T フレームのペイロードに前記 G F P フレームを格納し、この前記 G F P フレームを格納した前記 S O N E T フレームを前記 G F P ネットワークに送信することを特徴とする請求項 2 3 記載の G F P フレーム転送装置。

【請求項 2 5】 前記 O S I 参照モデルの第 1 層として、O T N (O p t i c a l T r a n s p o r t N e t w o r k) が用いられることを特徴とする請求項 2 2 記載の G F P フレーム転送装置。

【請求項 2 6】 前記 G F P フレーム送信手段は、前記 O T N のデジタルラッパフレームのペイロードである O P U k (O p t i c a l c h a n n e l p a y l o a d u n i t) に前記 G F P フレームを格納し、この前記 G F P フレームを格納した前記デジタルラッパフレームを前記 G F P ネットワークに送信することを特徴とする請求項 2 5 記載の G F P フレーム転送装置。

【請求項 2 7】 G F P (G e n e r i c F r a m e P r o c e d u r e) フレームを G F P ネットワークにおいて転送する G F P フレーム転送装置における G F P フレーム転送方法において、

前記 G F P フレームが前記 G F P フレーム転送装置において生成され送信される場合に、前記 G F P フレームのペイロードフィールドを生成ターゲット領域と

してFCS (Frame Check Sequence) を生成してこれを前記GFPフレームのFCSフィールドに付与するFCS生成工程を備えたことを特徴とするGFPフレーム転送方法。

【請求項28】 前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信した場合に、前記GFPフレームの前記ペイロードフィールドおよび前記FCSフィールドを用いてFCSチェックを行うFCSチェック工程をさらに備えたことを特徴とする請求項27記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項29】 前記FCSチェック工程における前記FCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームは廃棄されず、前記エラーが検出された際のFCSを付与されたまま前記次のGFPフレーム転送装置に転送されることを特徴とする請求項28記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項30】 前記FCSチェック工程における前記FCSチェックにおいてエラーが検出された場合に、このエラー検出について前記GFPネットワークの管理システムに通知する監視制御処理工程をさらに備えたことを特徴とする請求項28または29記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項31】 GFP (Generic Frame Procedure) フレームをGFPネットワークにおいて転送するGFPフレーム転送装置におけるGFPフレーム転送方法において、

前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信して次のGFPフレーム転送装置に転送する場合に、前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域とeHEC (extension Header Error Control) フィールドの前記GFPフレーム転送装置における更新前と更新後との差分と、前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームのFCS (Frame Check Sequence) とを基に、前記GFPフレーム転送装置から出力される前記GFPフレームのFCSを再計算してこれを前記GFPフレームのFCSフィールドに付与するFCS再計算工程を備えたことを特徴とするGFPフレーム転送方法。

【請求項32】 前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信

した場合に、前記GFPフレームのペイロードエリアおよび前記FCSフィールドを用いてFCSチェックを行うFCSチェック工程をさらに備えたことを特徴とする請求項31記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項33】 前記FCSチェック工程における前記FCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームは廃棄されず、前記FCS再計算工程により再計算された前記FCSを付与されて前記次のGFPフレーム転送装置に転送されることを特徴とする請求項32記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項34】 前記FCSチェック工程における前記FCSチェックにおいてエラーが検出された場合に、このエラー検出について前記GFPネットワークの管理システムに通知する監視制御処理工程をさらに備えたことを特徴とする請求項32または33記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項35】 前記FCS再計算工程は、
前記GFPフレームの前記拡張ヘッダ領域と前記eHECフィールドの前記GFPフレーム転送装置における更新前と更新後との前記差分を求める減算回路と

複数の剰余レジスタと前記FCSの生成多項式 $G(x)$ に対応したフィードバックを前記複数の剰余レジスタに行う構成とを有して前記差分を入力とするCRC演算回路と、

前記CRC演算回路の前記複数の剰余レジスタの各出力と前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームの前記FCSの各ビットとの和をそれぞれ求める加算回路と

により行われることを特徴とする請求項31記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項36】 前記FCS再計算工程におけるFCS再計算は、
前記減算回路により前記差分を求め、
前記CRC演算回路の前記複数の剰余レジスタをすべて0に初期化し、
前記差分を前記CRC演算回路に入力し、
前記ペイロードフィールドのビット数+32だけ前記CRC演算回路に0を入力し、

次のクロックで前記複数の剰余レジスタの前記各出力と前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームの前記FCSの前記各ビットとをそれぞれ前記加算回路により加算する

ことにより行われることを特徴とする請求項35記載のGFPフレーム転送方法

【請求項37】 GFP (Generic Frame Procedure) フレームをGFPネットワークにおいて転送するGFPフレーム転送装置におけるGFPフレーム転送方法において、

前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信した場合に、前記GFPフレームのFCS (Frame Check Sequence) を用いてエラーチェックを行い、このFCSチェックにおいてエラーが検出された場合に前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドにエラー通知ビットをセットするFCSチェック／エラー通知ビットセット工程を備えたことを特徴とするGFPフレーム転送方法。

【請求項38】 前記FCSチェック／エラー通知ビットセット工程における前記FCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームは廃棄されず、前記GFPフレーム転送装置において再計算されたFCSを付与されて前記次のGFPフレーム転送装置に転送されることを特徴とする請求項37記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項39】 前記GFPフレームは、GFPリングフレームであり、前記エラー通知ビットがセットされる前記所定のフィールドは、前記GFPリングフレームの前記拡張ヘッダ領域内のSpareフィールドの一部に設けられることを特徴とする請求項37記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項40】 前記GFPフレームは、GFPリングフレームであることを特徴とする請求項27から38のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項41】 前記GFPフレームは、前記GFPネットワーク内のIngressノードからEgressノードまでのパスを一意に指定するために定

義されたパスIDに対応するラベルを拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納したGFPパスフレームであることを特徴とする請求項1から38のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項42】 前記GFPフレームのペイロードフィールドに格納されるべきパケットを格納したサブネットワークのフレームを終端し、前記サブネットワークのフレームから前記パケットを抽出するパケット抽出工程をさらに備えたことを特徴とする請求項1から41のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項43】 前記パケット抽出工程において、前記サブネットワークのフレームから不要な前記サブネットワーク用のオーバーヘッドを除去することにより前記パケットが抽出されることを特徴とする請求項42記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項44】 前記サブネットワークは、Ethernetであることを特徴とする請求項42または43記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項45】 前記パケット抽出工程において、前記EthernetのEthernetフレームのペイロードから前記パケットが抽出されることを特徴とする請求項44記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項46】 前記サブネットワークは、POS (Packet Over SONET) であることを特徴とする請求項42または43記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項47】 前記パケット抽出工程において、前記POSのHDLCフレームのペイロードから前記パケットが抽出されることを特徴とする請求項46記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項48】 前記GFPフレームを、前記GFPネットワークにおいて前記GFPフレームを収容するOSI参照モデルの第1層のフレームであるレイヤ1フレームに格納し、この前記GFPフレームを格納した前記レイヤ1フレームを、前記GFPフレーム転送装置の適切な出力ポートから前記GFPネットワークに送信するGFPフレーム送信工程をさらに備えたことを請求項1から47のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項49】 前記OSI参照モデルの第1層として、SONET (Synchronous Optical Network) が用いられることを特徴とする請求項48記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項50】 前記GFPフレーム送信工程において、前記SONETのSONETフレームのペイロードに前記GFPフレームが格納され、この前記GFPフレームを格納した前記SONETフレームが前記GFPネットワークに送信されることを特徴とする請求項49記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項51】 前記OSI参照モデルの第1層として、OTN (Optical Transport Network) が用いられることを特徴とする請求項48記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項52】 前記GFPフレーム送信工程において、前記OTNのデジタルラッパーフレームのペイロードであるOPUk (Optical channel payload unit) に前記GFPフレームが格納され、この前記GFPフレームを格納した前記デジタルラッパーフレームが前記GFPネットワークに送信されることを特徴とする請求項51記載のGFPフレーム転送方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はGFP (Generic Frame Procedure) フレームを転送するためのGFPフレーム転送装置およびGFPフレーム転送方法に関し、特に、GFPフレームの転送におけるend-to-endのパスの性能監視を可能とするGFPフレーム転送装置およびGFPフレーム転送方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、インターネットの急速な拡大に伴い、IP (Internet Protocol) パケット等のデータ系のトラヒックが著しく増大している。このようなデータ系トラヒックの効率的な転送を実現するためには、従来の電話網等の

音声ネットワークに適合して設計されていたネットワーク構成や機器を、データ系トラヒックの転送に適した形態に変更していくことが必要であり、とりわけ、可変長パケットの転送に適した形態への変更が求められている。

【0003】

従来より、広域公衆網 (Wide Area Network: WAN) におけるデジタルネットワーク網として SONET/SDH (Synchronous Optical Network/ Synchronous Digital Hierarchy) が存在する。この SONET/SDH では音声信号の収容に適したデータ構造が採用されていたが、近年のデータ系トラヒックの増大に伴い、SONET/SDH 上でデータ系トラヒックを効率よく転送するための技術が検討され始めている。

【0004】

そのような技術の一つとして、GFP (Generic Frame Procedure) がある。この GFP は、SONET/SDH に加えて波長分割多重 (Wavelength Division Multiplexing: WDM) を使用する OTN (Optical Transport Network) において様々なプロトコルの可変長パケットを収容するための、汎用カプセル化技術・アダプテーション技術であり、GFP の技術内容は、アメリカ合衆国 T1 委員会の技術委員会の一つである T1X1.5 における寄書「T1X1.5/2000-209" Generic Framing Procedure (GFP) Specification"」(以下、「寄書(1)」という)に開示されている。

【0005】

図14は、上記 GFP のプロトコルスタックを示す図である。このように、GFP は GFP payload dependent sub-layer と GFP payload independent sub-layer から構成され、様々なユーザプロトコル (ユーザネットワークのプロトコル: Ethernet、HDLC、Token Ring 等) を、このユーザネットワークとインターフェースするエッジノードにおいて収容し、これを transparent

tに転送する技術である。

【0006】

図15は、GFPの基本フレームフォーマットを示す図であり、図15に示すGFPフレームは、4バイトのコアヘッダ (Core Header)、可変長 (4~65535バイト) のペイロードエリア (Payload Area)、および4バイトのFCS (Frame Check Sequence) フィールドより構成されている。

【0007】

上記コアヘッダは、図16に示すように、各2バイトのPLI (PDU Length Indicator) フィールドおよびcHEC (core Header Error Control) フィールドを含む。このPLIは、上記ペイロードエリアの長さ (バイト数) を示し、cHECは、前記PLIフィールドに対してCRC16計算を行った結果を示し、コアヘッダ内の情報の完全性を保護するためのものである。

【0008】

また、前記ペイロードエリアは、図17に示すように、ペイロードヘッダ (Payload Header) およびペイロード (Payload) フィールド (以下、単に「ペイロード」という) により構成される。ペイロードヘッダは4~64バイトの可変長であり、ペイロードは0~65535バイトの可変長である。このペイロードエリア内のペイロードに、転送対象となる情報が格納される。

【0009】

また、前記FCSフィールドは、図18に示す4バイト固定長のフィールドであり、前記ペイロードエリア全体に対してFCS計算 (CRC32計算の一種) を行った結果を示し、ペイロードエリアの内容の保護に用いられる。

【0010】

図19は、GFPポイントtoポイントフレーム (リニアフレーム) (ポイントtoポイント接続 (2個のノード間の接続) において使用されるGFPフレーム) におけるペイロードヘッダを示す図であり、このリニアフレームのペイロー

ドヘッダは、Typeフィールド、tHEC (type Header Error Control) フィールド、拡張ヘッダ (Extension Headers) としてのDP (Destination Port) およびSP (Source Port)、およびeHEC (extension Header Error Control) フィールドを有している。上記Typeは、GFPフレームフォーマットの種別やペイロードフィールドに格納されるデータの上位レイヤのプロトコル種別を示す。tHECは、前記Typeフィールドに対するCRC16計算結果を示し、Typeフィールド内の情報の完全性を保護するために用いられる。DP (宛先ポート番号) は、Egress側のGFPエッジノードが有する16個のポートのうちの1つを示し、当該GFPフレームに格納されたユーザパケットのEgress側GFPエッジノードからの出力先を示す。SP (送信元ポート番号) は、Ingress側のGFPエッジノードが有する16個のポートのうちの1つを示し、当該GFPフレームに格納されたユーザパケットのEgress側GFPエッジノードからの出力先を示す。eHECは、上記拡張ヘッダ (TypeとtHECは含まない) に対するCRC16計算結果を示し、拡張ヘッダ内の情報の完全性を保護するために用いられる。

【0011】

図20は、GFPリングフレーム (リング接続において使用されるGFPフレーム) におけるペイロードヘッダを示す図であり、このリングフレームのペイロードヘッダは、Typeフィールド、tHECフィールド、DPフィールド、SPフィールド、eHECフィールドを図19のリニアフレームのペイロードヘッダと同様に備える他、拡張ヘッダ (図20におけるoctet #5～#20) において、PriorityフィールドとしてのDE (Discard Eligibility) およびCOS (Class Of Service)、TTL (Time To Live) フィールド、宛先MAC (Destination Media Access Control) アドレス (DST MAC)、および送信元MAC (Source Media Access Control) アドレス (SRC MAC) をさらに有している。上記DEは、GFPフレームの廃棄の優先度を示し、COS (Class Of Service) の

詳細な使用法は検討中である。TTLはGFP転送 (GFP hops) の残り回数を示す8ビット領域であり、例えばTTL=0は、GFPフレームが次のGFPノードで終端されることを示す。宛先MACアドレスは、宛先GFPノードのアドレスを示す6バイトのフィールドであり、送信元MACアドレスは、送信元GFPノードのアドレスを示す6バイトのフィールドである。

【0012】

GFPでは、ペイロードヘッダ内のTypeフィールドによりアダプテーションの種別が指定され、さらに個々のアダプテーションに即した情報をペイロードヘッダ内に定義することが可能である。現在、上記のように、ポイントtoポイントフレームおよびリングフレームを想定したアダプテーションが提案されており、各々の特徴は以下のようなものである。

- ・ポイントtoポイントフレーム・・・複数のユーザプロトコルのストリームをIngressのSONETノードで多重し、EgressのSONETノードに転送する。ストリームの多重を識別するために、ペイロードヘッダ内にポートアドレス (SP, DP) を用意する。ペイロードヘッダ内にSONETノードを識別するアドレス情報が存在しないため、中継ノードではGFPフレーム単位のルーティングを行うことができない。

- ・リングフレーム・・・SONETリングのトポロジー上に共有バスのなリングを構築し、イーサネット-likeなパケット転送をクライアントに提供する。リング内の転送を実現するために、ペイロードヘッダ内にSONETノードを識別するためのMACアドレスを用意する。

【0013】

上記GFPに、Gigabit Ethernet、ESCON、ファイバーチャネル (Fiber Channel)、FICON等を収容するアダプテーション方法が、上記寄書 (1)、および寄書: 「T1X1.5/2000-210, A Proposed Format for the GFP Type Field, Oct. 2000」 (以下、寄書 (2) という)、および寄書「T1X1.5/2000-197, Transparent GFP Mappings For Fiber Channel and ESCON

、 Oct. 2000」(以下、寄書(3)という)において報告されている。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

リング接続において、2つのノード間に設定されるパスの性能監視(Performance Monitoring)を行う方法としては、寄書(1)に示されているように、GFPフレームを受信したノードがGFPフレームの末尾のFCSフィールドのチェックを用いる方法が考えられる。図21は、従来のFCS生成のターゲット領域(対象領域)を示す図である。前述のように、このGFPフレームの末尾に付与されるFCSフィールド(4バイト)は、ペイロードエリア全体に対するFCS計算(CRC32計算の一種)を行った結果であり、CRC32計算における生成多項式 $G(X)$ としては $G(X) = 1 + X + X^2 + X^4 + X^5 + X^7 + X^8 + X^{10} + X^{11} + X^{12} + X^{16} + X^{22} + X^{23} + X^{26} + X^{32}$ が使用される。

【0015】

リングフレームのペイロードヘッダにおけるTTL、輻輳制御/priority(DE, COS)の各フィールドはGFPフレームを終端するSONETノード毎に書き換えられる。また、GFPにおける柔軟なルーティング等を実現するために本発明者等がGFPフレームの一形態として提案している「GFPパスフレーム」においても、ペイロードヘッダ内のラベルや制御フィールドの一部がGFPフレームを終端するSONETノード毎に書き換えられる可能性がある。すなわち多くの場合において、SONETノードではペイロードヘッダの一部が更新され、FCSが再計算される。従って、FCSフィールドを利用してリンク単位の監視を行うことは可能であるが、IngressのSONETノードからEgressのSONETノードまでのend-to-endのパス監視を実現することはできない。例えば、ペイロードエリアのデータにエラーが発生した場合、このGFPフレームを受信したノードはFCSフィールドのチェックによりエラー発生を検出できるが、このノードがそのGFPフレームを廃棄した場合は、以降のノードにこのGFPフレームおよびFCSが伝達されず、上記end-

t o - e n d のパスの性能監視を F C S フィールドを用いて実施することができない。また、そのノードがエラーが発生した G F P フレームを廃棄しない場合にも、F C S を再計算（再生成）してこれを付加した G F P フレームを以降のノードに伝達することとなるため、次のノードにおいての F C S チェック結果は「正しい」となってしまい、F C S フィールドを用いた e n d - t o - e n d のパスの性能監視を実現することが不可能である。

【0016】

この発明は上記課題を解決するためのものであり、G F P フレームの転送において、G F P フレームの F C S フィールドを用いた e n d - t o - e n d のパスの性能監視を実現することが可能な G F P フレーム転送装置および G F P フレーム転送方法を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】

請求項1記載の G F P フレーム転送装置は、G F P (G e n e r i c F r a m e P r o c e d u r e) フレームを G F P ネットワークにおいて転送する G F P フレーム転送装置において、前記 G F P フレームが前記 G F P フレーム転送装置において生成され送信される場合に前記 G F P フレームのペイロードフィールドを生成ターゲット領域として F C S (F r a m e C h e c k S e q u e n c e) を生成してこれを前記 G F P フレームの F C S フィールドに付与する F C S 生成手段を備えるようにしたものである。

【0018】

請求項2記載の G F P フレーム転送装置は、請求項1記載の G F P フレーム転送装置において、前記 G F P フレーム転送装置が前記 G F P フレームを受信した場合に前記 G F P フレームの前記ペイロードフィールドおよび前記 F C S フィールドを用いて F C S チェックを行う F C S チェック手段をさらに備えるようにしたものである。

【0019】

請求項3記載の G F P フレーム転送装置は、請求項2記載の G F P フレーム転送装置において、前記 F C S チェック手段による前記 F C S チェックにおいて次

のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームは廃棄されず、前記エラーが検出された際のFCSを付与されたまま前記次のGFPフレーム転送装置に転送されるようにしたものである。

【0020】

請求項4記載のGFPフレーム転送装置は、請求項2または3記載のGFPフレーム転送装置において、前記FCSチェック手段による前記FCSチェックにおいてエラーが検出された場合に前記FCSチェック手段からこのエラー検出を通知され、このエラー検出について前記GFPネットワークの管理システムに通知する監視制御処理手段をさらに備えるようにしたものである。

【0021】

請求項5記載のGFPフレーム転送装置は、GFP (Generic Frame Procedure) フレームをGFPネットワークにおいて転送するGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信して次のGFPフレーム転送装置に転送する場合に、前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域とeHEC (extension Header Error Control) フィールドの前記GFPフレーム転送装置における更新前と更新後との差分と、前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームのFCS (Frame Check Sequence) とを基に、前記GFPフレーム転送装置から出力される前記GFPフレームのFCSを再計算してこれを前記GFPフレームのFCSフィールドに付与するFCS再計算手段を備えるようにしたものである。

【0022】

請求項6記載のGFPフレーム転送装置は、請求項5記載のGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信した場合に前記GFPフレームのペイロードエリアおよび前記FCSフィールドを用いてFCSチェックを行うFCSチェック手段をさらに備えるようにしたものである。

【0023】

請求項7記載のGFPフレーム転送装置は、請求項6記載のGFPフレーム転送装置において、前記FCSチェック手段による前記FCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームは廃棄されず、前記FCS再計算手段により再計算された前記FCSを付与されて前記次のGFPフレーム転送装置に転送されるようにしたものである。

【0024】

請求項8記載のGFPフレーム転送装置は、請求項6または7記載のGFPフレーム転送装置において、前記FCSチェック手段による前記FCSチェックにおいてエラーが検出された場合に前記FCSチェック手段からこのエラー検出を通知され、このエラー検出について前記GFPネットワークの管理システムに通知する監視制御処理手段をさらに備えるようにしたものである。

【0025】

請求項9記載のGFPフレーム転送装置は、請求項5記載のGFPフレーム転送装置において、前記FCS再計算手段が、前記GFPフレームの前記拡張ヘッダ領域と前記eHECフィールドの前記GFPフレーム転送装置における更新前と更新後との前記差分を求める減算回路と、複数の剰余レジスタと前記FCSの生成多項式 $G(x)$ に対応したフィードバックを前記複数の剰余レジスタに行く構成とを有して前記差分を入力とするCRC演算回路と、前記CRC演算回路の前記複数の剰余レジスタの各々の出力と前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームの前記FCSの各ビットとの和をそれぞれ求める加算回路とを有するようにしたものである。

【0026】

請求項10記載のGFPフレーム転送装置は、請求項9記載のGFPフレーム転送装置において、前記FCS再計算手段におけるFCS再計算が、前記減算回路により前記差分を求め、前記CRC演算回路の前記複数の剰余レジスタをすべて0に初期化し、前記差分を前記CRC演算回路に入力し、前記ペイロードフィールドのビット数+32だけ前記CRC演算回路に0を入力し、次のクロックで前記複数の剰余レジスタの前記各出力と前記GFPフレーム転送装置に入力され

た際の前記GFPフレームの前記FCSの前記各ビットとをそれぞれ前記加算回路により加算することにより行われるようにしたものである。

【0027】

請求項11記載のGFPフレーム転送装置は、GFP (Generic Frame Procedure) フレームをGFPネットワークにおいて転送するGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信した場合に前記GFPフレームのFCS (Frame Check Sequence) を用いてエラーチェックを行い、このFCSチェックにおいてエラーが検出された場合に前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドにエラー通知ビットをセットするFCSチェック／エラー通知ビットセット手段を備えるようにしたものである。

【0028】

請求項12記載のGFPフレーム転送装置は、請求項11記載のGFPフレーム転送装置において、前記FCSチェック／エラー通知ビットセット手段による前記FCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームは廃棄されず、前記GFPフレーム転送装置において再計算されたFCSを付与されて前記次のGFPフレーム転送装置に転送されるようにしたものである。

【0029】

請求項13記載のGFPフレーム転送装置は、請求項11記載のGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレームとしてGFPリングフレームを用い、前記エラー通知ビットがセットされる前記所定のフィールドを前記GFPリングフレームの前記拡張ヘッダ領域内のSpareフィールドの一部に設けるようにしたものである。

【0030】

請求項14記載のGFPフレーム転送装置は、請求項1から12のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレームとしてGFPリングフレームを用いるようにしたものである。

【0031】

請求項 1 5 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 1 から 1 2 のいずれか 1 項に記載の G F P フレーム転送装置において、前記 G F P フレームとして、前記 G F P ネットワーク内の I n g r e s s ノードから E g r e s s ノードまでのパスを一意に指定するために定義されたパス I D に対応するラベルを拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納した G F P パスフレームを用いるようにしたものである。

【 0 0 3 2 】

請求項 1 6 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 1 から 1 5 のいずれか 1 項に記載の G F P フレーム転送装置において、前記 G F P フレームのペイロードフィールドに格納されるべきパケットを格納したサブネットワークのフレームを終端し、前記サブネットワークのフレームから前記パケットを抽出するパケット抽出手段をさらに備えるようにしたものである。

【 0 0 3 3 】

請求項 1 7 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 1 6 記載の G F P フレーム転送装置において、前記パケット抽出手段が、前記サブネットワークのフレームから不要な前記サブネットワーク用のオーバーヘッドを除去することにより前記パケットを抽出するようにしたものである。

【 0 0 3 4 】

請求項 1 8 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 1 6 または 1 7 記載の G F P フレーム転送装置において、前記サブネットワークとして E t h e r n e t を収容するようにしたものである。

【 0 0 3 5 】

請求項 1 9 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 1 8 記載の G F P フレーム転送装置において、前記パケット抽出手段が、前記 E t h e r n e t の E t h e r n e t フレームのペイロードから前記パケットを抽出するようにしたものである。

【 0 0 3 6 】

請求項 2 0 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 1 6 または 1 7 記載の G F P フレーム転送装置において、前記サブネットワークとして P O S (P a c k

et Over SONET) を収容するようにしたものである。

【 0 0 3 7 】

請求項 2 1 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 2 0 記載の G F P フレーム転送装置において、前記パケット抽出手段が、前記 P O S の H D L C フレームのペイロードから前記パケットを抽出するようにしたものである。

【 0 0 3 8 】

請求項記載 2 2 の G F P フレーム転送装置は、請求項 1 から 2 1 のいずれか 1 項に記載の G F P フレーム転送装置において、前記 G F P フレームを前記 G F P ネットワークにおいて前記 G F P フレームを収容する O S I 参照モデルの第 1 層のフレームであるレイヤ 1 フレームに格納し、この前記 G F P フレームを格納した前記レイヤ 1 フレームを前記 G F P フレーム転送装置の適切な出力ポートから前記 G F P ネットワークに送信する G F P フレーム送信手段をさらに備えるようにしたものである。

【 0 0 3 9 】

請求項 2 3 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 2 2 記載の G F P フレーム転送装置において、前記 O S I 参照モデルの第 1 層として S O N E T (S y n c h r o n o u s O p t i c a l N E T w o r k) を用いるようにしたものである。

【 0 0 4 0 】

請求項 2 4 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 2 3 記載の G F P フレーム転送装置において、前記 G F P フレーム送信手段が、前記 S O N E T の S O N E T フレームのペイロードに前記 G F P フレームを格納し、この前記 G F P フレームを格納した前記 S O N E T フレームを前記 G F P ネットワークに送信するようにしたものである。

【 0 0 4 1 】

請求項 2 5 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 2 2 記載の G F P フレーム転送装置において、前記 O S I 参照モデルの第 1 層として O T N (O p t i c a l T r a n s p o r t N e t w o r k) を用いるようにしたものである。

【 0 0 4 2 】

請求項26記載のGFPフレーム転送装置は、請求項25記載のGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレーム送信手段が、前記OTNのデジタルラッパフレームのペイロードであるOPUk (Optical channel payload unit) に前記GFPフレームを格納し、この前記GFPフレームを格納した前記デジタルラッパフレームを前記GFPネットワークに送信するようにしたものである。

【0043】

請求項27記載のGFPフレーム転送方法は、GFP (Generic Frame Procedure) フレームをGFPネットワークにおいて転送するGFPフレーム転送装置におけるGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレームが前記GFPフレーム転送装置において生成され送信される場合に前記GFPフレームのペイロードフィールドを生成ターゲット領域としてFCS (Frame Check Sequence) を生成してこれを前記GFPフレームのFCSフィールドに付与するFCS生成工程を備えるようにしたものである。

【0044】

請求項28記載のGFPフレーム転送方法は、請求項27記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信した場合に前記GFPフレームの前記ペイロードフィールドおよび前記FCSフィールドを用いてFCSチェックを行うFCSチェック工程をさらに備えるようにしたものである。

【0045】

請求項29記載のGFPフレーム転送方法は、請求項28記載のGFPフレーム転送方法において、前記FCSチェック工程における前記FCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームは廃棄されず、前記エラーが検出された際のFCSを付与されたまま前記次のGFPフレーム転送装置に転送されるようにしたものである。

【0046】

請求項 3 0 記載の G F P フレーム転送方法は、請求項 2 8 または 2 9 記載の G F P フレーム転送方法において、前記 F C S チェック工程における前記 F C S チェックにおいてエラーが検出された場合にこのエラー検出について前記 G F P ネットワークの管理システムに通知する監視制御処理工程をさらに備えるようにしたものである。

【 0 0 4 7 】

請求項 3 1 記載の G F P フレーム転送方法は、G F P (G e n e r i c F r a m e P r o c e d u r e) フレームを G F P ネットワークにおいて転送する G F P フレーム転送装置における G F P フレーム転送方法において、前記 G F P フレーム転送装置が前記 G F P フレームを受信して次の G F P フレーム転送装置に転送する場合に前記 G F P フレームの拡張ヘッダ領域と e H E C (e x t e n s i o n H e a d e r E r r o r C o n t r o l) フィールドの前記 G F P フレーム転送装置における更新前と更新後との差分と前記 G F P フレーム転送装置に入力された際の前記 G F P フレームの F C S (F r a m e C h e c k S e q u e n c e) とを基に前記 G F P フレーム転送装置から出力される前記 G F P フレームの F C S を再計算してこれを前記 G F P フレームの F C S フィールドに付与する F C S 再計算工程を備えるようにしたものである。

【 0 0 4 8 】

請求項 3 2 記載の G F P フレーム転送方法は、請求項 3 1 記載の G F P フレーム転送方法において、前記 G F P フレーム転送装置が前記 G F P フレームを受信した場合に前記 G F P フレームのペイロードエリアおよび前記 F C S フィールドを用いて F C S チェックを行う F C S チェック工程をさらに備えるようにしたものである。

【 0 0 4 9 】

請求項 3 3 記載の G F P フレーム転送方法は、請求項 3 2 記載の G F P フレーム転送方法において、前記 F C S チェック工程における前記 F C S チェックにおいて次の G F P フレーム転送装置に転送されるべき G F P フレームのエラーが検出された場合、前記 G F P フレームは廃棄されず、前記 F C S 再計算工程により再計算された前記 F C S を付与されて前記次の G F P フレーム転送装置に転送さ

れるようにしたものである。

【0050】

請求項34記載のGFPフレーム転送方法は、請求項32または33記載のGFPフレーム転送方法において、前記FCSチェック工程における前記FCSチェックにおいてエラーが検出された場合にこのエラー検出について前記GFPネットワークの管理システムに通知する監視制御処理工程をさらに備えるようにしたものである。

【0051】

請求項35記載のGFPフレーム転送方法は、請求項31記載のGFPフレーム転送方法において、前記FCS再計算工程が、前記GFPフレームの前記拡張ヘッダ領域と前記eHECフィールドの前記GFPフレーム転送装置における更新前と更新後との前記差分を求める減算回路と、複数の剰余レジスタと前記FCSの生成多項式 $G(x)$ に対応したフィードバックを前記複数の剰余レジスタに行う構成とを有して前記差分を入力とするCRC演算回路と、前記CRC演算回路の前記複数の剰余レジスタの各出力と前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームの前記FCSの各ビットとの和をそれぞれ求める加算回路とにより行われるようにしたものである。

【0052】

請求項36記載のGFPフレーム転送方法は、請求項35記載のGFPフレーム転送方法において、前記FCS再計算工程におけるFCS再計算が、前記減算回路により前記差分を求め、前記CRC演算回路の前記複数の剰余レジスタをすべて0に初期化し、前記差分を前記CRC演算回路に入力し、前記ペイロードフィールドのビット数+32だけ前記CRC演算回路に0を入力し、次のクロックで前記複数の剰余レジスタの前記各出力と前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームの前記FCSの前記各ビットとをそれぞれ前記加算回路により加算することにより行われるようにしたものである。

【0053】

請求項37記載のGFPフレーム転送方法は、GFP (Generic Frame Procedure) フレームをGFPネットワークにおいて転送する

GFPフレーム転送装置におけるGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレーム転送装置が前記GFPフレームを受信した場合に前記GFPフレームのFCS (Frame Check Sequence) を用いてエラーチェックを行い、このFCSチェックにおいてエラーが検出された場合に前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドにエラー通知ビットをセットするFCSチェック／エラー通知ビットセット工程を備えるようにしたものである。

【 0 0 5 4 】

請求項38記載のGFPフレーム転送方法は、請求項37記載のGFPフレーム転送方法において、前記FCSチェック／エラー通知ビットセット工程における前記FCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPフレームは廃棄されず、前記GFPフレーム転送装置において再計算されたFCSを付与されて前記次のGFPフレーム転送装置に転送されるようにしたものである。

【 0 0 5 5 】

請求項39記載のGFPフレーム転送方法は、請求項37記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレームとしてGFPリングフレームを用い、前記エラー通知ビットがセットされる前記所定のフィールドを前記GFPリングフレームの前記拡張ヘッダ領域内のSpareフィールドの一部に設けるようにしたものである。

【 0 0 5 6 】

請求項40記載のGFPフレーム転送方法は、請求項27から38のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレームとしてGFPリングフレームを用いるようにしたものである。

【 0 0 5 7 】

請求項41記載のGFPフレーム転送方法は、請求項1から38のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレームとして、前記GFPネットワーク内のIngressノードからEgressノードまでのパスを一意に指定するために定義されたパスIDに対応するラベルを拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納したGFPパスフレームを用いるようにしたものである。

である。

【 0 0 5 8 】

請求項 4 2 記載の G F P フレーム転送方法は、請求項 1 から 4 1 のいずれか 1 項に記載の G F P フレーム転送方法において、前記 G F P フレームのペイロードフィールドに格納されるべきパケットを格納したサブネットワークのフレームを終端し前記サブネットワークのフレームから前記パケットを抽出するパケット抽出工程をさらに備えるようにしたものである。

【 0 0 5 9 】

請求項 4 3 記載の G F P フレーム転送方法は、請求項 4 2 記載の G F P フレーム転送方法において、前記パケット抽出工程において、前記サブネットワークのフレームから不要な前記サブネットワーク用のオーバーヘッドを除去することにより前記パケットが抽出されるようにしたものである。

【 0 0 6 0 】

請求項 4 4 記載の G F P フレーム転送方法は、請求項 4 2 または 4 3 記載の G F P フレーム転送方法において、前記サブネットワークとして E t h e r n e t を収容するようにしたものである。

【 0 0 6 1 】

請求項 4 5 記載の G F P フレーム転送方法は、請求項 4 4 記載の G F P フレーム転送方法において、前記パケット抽出工程において前記 E t h e r n e t の E t h e r n e t フレームのペイロードから前記パケットが抽出されるようにしたものである。

【 0 0 6 2 】

請求項 4 6 記載の G F P フレーム転送方法は、請求項 4 2 または 4 3 記載の G F P フレーム転送方法において、前記サブネットワークとして P O S (P a c k e t O v e r S O N E T) を収容するようにしたものである。

【 0 0 6 3 】

請求項 4 7 記載の G F P フレーム転送方法は、請求項 4 6 記載の G F P フレーム転送方法において、前記パケット抽出工程において前記 P O S の H D L C フレームのペイロードから前記パケットが抽出されるようにしたものである。

【0064】

請求項48記載のGFPフレーム転送方法は、請求項1から47のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレームを前記GFPネットワークにおいて前記GFPフレームを収容するOSI参照モデルの第1層のフレームであるレイヤ1フレームに格納し、この前記GFPフレームを格納した前記レイヤ1フレームを前記GFPフレーム転送装置の適切な出力ポートから前記GFPネットワークに送信するGFPフレーム送信工程をさらに備えるようにしたものである。

【0065】

請求項49記載のGFPフレーム転送方法は、請求項48記載のGFPフレーム転送方法において、前記OSI参照モデルの第1層としてSONET (Synchronous Optical Network) を用いるようにしたものである。

【0066】

請求項50記載のGFPフレーム転送方法は、請求項49記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレーム送信工程において、前記SONETのSONETフレームのペイロードに前記GFPフレームが格納され、この前記GFPフレームを格納した前記SONETフレームが前記GFPネットワークに送信されるようにしたものである。

【0067】

請求項51記載のGFPフレーム転送方法は、請求項48記載のGFPフレーム転送方法において、前記OSI参照モデルの第1層としてOTN (Optical Transport Network) を用いるようにしたものである。

【0068】

請求項52記載のGFPフレーム転送方法は、請求項51記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレーム送信工程において、前記OTNのデジタルラッパーフレームのペイロードであるOPUk (Optical channel payload unit) に前記GFPフレームが格納され、この前記GFPフレームを格納した前記デジタルラッパーフレームが前記GFPネット

ワークに送信されるようにしたものである。

【0069】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0070】

実施の形態1.

図1は本発明の実施の形態1によるGFPフレーム転送装置により構成されるネットワーク（GFPネットワークという）の一例を示すブロック図である。本実施の形態においては、SONETリングとして形成されたリング接続のGFPネットワークを例に取り説明を行うこととする。なお、このため、このGFPネットワーク内を転送されるGFPフレームとしては、図20に示したペイロードヘッダの構成を有したGFPリングフレームが使用されることとする。

【0071】

図1を参照すると、本実施の形態におけるリング状のGFPネットワークは、複数のGFPノード1（N1，N2，・・・N7）をリング状に接続して構成されている。各々のGFPノード1は、1または複数の加入者ネットワークと接続されている。なお、以下においては簡単のため、各々のGFPノード1は1つの加入者ネットワークと接続され、これを収容しているものとして説明を行う。各GFPノード1は複数のポートを有しており、ポートにはポート番号が付与されている、以下、例えばWest側のポートには「1」、East側のポートには「2」、加入者ネットワーク側のポートには「3」が付与されているものとする。

【0072】

図2は本発明の実施の形態1によるGFPフレーム転送装置の概略構成を示すブロック図であり、図2を参照すると、本発明の実施の形態1によるGFPノード（GFP node）1は、1個の加入者プロトコル終端部4と、2個のGFPフレーム終端部5とを備えて構成される。各終端部（4，5）は、例えばラインカード（LC）として実装される。

【0073】

加入者プロトコル終端部4は、加入者ネットワークで使用しているネットワークプロトコルを終端する部位である。加入者側ネットワークの種類により、加入者プロトコル終端部4の構成および機能は適宜変更される。例えば、ギガビットイーサネット（GbE）のネットワークと接続する場合には、加入者プロトコル終端部4はギガビットイーサネットのフレーム終端処理を行う。また、POS（Packet over SONET）のネットワークと接続する場合には、SONETフレームの終端処理、および、このSONETフレームに格納されていたポイント-to-ポイントプロトコルのHDLCLikeフレームの終端処理を行う。

【0074】

GFPフレーム終端部5は、上記GFPネットワークにおいて、GFPフレームを収容するOSI参照モデルの第1層（物理レイヤ）を終端する部位である。GFPネットワークのOSI参照モデルの第1層の種類により、GFPフレーム終端部5の構成および機能は適宜変更される。例えば、OSI参照モデルの第1層としてSONETが使用され、SONETフレームのペイロード（SPE（Synchronous Payload Envelope））にGFPフレームがマッピングされる場合には、GFPフレーム終端部5は、SONETフレーム終端、GFPフレーム抽出・マッピング処理を行う。また、OSI参照モデルの第1層としてWDM（Wavelength Division Multiplex）を利用したOTN（Optical Transport Network）が使用されていて、このOTNのフレーム（digital wrapper）のペイロードであるオプティカルチャネルペイロードユニット（Optical channel payload unit（OPUk））にGFPフレームがマッピングされる場合には、GFPフレーム終端部5は、digital wrapperフレーム終端、OPUkに対するGFPフレーム抽出・マッピング処理を行う。

【0075】

なお、SONETの規格に関しては、ANSI T1.105およびANSI T1.105.02もしくはITU-T G.707に、また、OTNのOP

U k に関しては、I T U - T G . 7 0 9 に記載されている。

【 0 0 7 6 】

図 3 は、本発明の実施の形態 1 における G F P ノード (G F P n o d e) 1 の詳細な構成の一例を示すブロック図である。G F P ノード 1 は、図 2 で示した部位の他に、監視制御処理部 1 6 を有する。なお、簡単のため、図 3 の G F P ノード 1 には、加入者プロトコル終端部 4 と G F P フレーム終端部 5 をそれぞれ 1 個ずつ示しているが、G F P ノード 1 の 1 以上の加入者ネットワーク側ポートに対して 1 以上の加入者プロトコル終端部 4 が設けられ、また、2 個の G F P (リング) ネットワーク側ポート (E a s t , W e s t) に対して 2 個の G F P フレーム終端部 5 が設けられ、それぞれの終端部 (4 , 5) がパケットスイッチ 3 に接続されている。なお、前述のように、本実施の形態では各 G F P ノード 1 が 1 個の加入者ネットワークを収容するものと仮定しているため、加入者プロトコル終端部 4 は 1 個として説明する。

【 0 0 7 7 】

加入者プロトコル終端部 4 は、加入者ネットワークインタフェース部 6、受信アダプテーション処理部 7、アドレス解決部 8、トラヒックメータ 9、パケットスイッチインタフェース部 1 0、メモリ 1 1、および送信アダプテーション処理部 1 2 を有する。

【 0 0 7 8 】

加入者ネットワークインタフェース部 6 は、加入者ネットワークとのユーザパケット (ユーザパケットを格納した加入者ネットワークフレーム) の送受信を行う。加入者ネットワークからユーザパケットを格納した加入者ネットワークフレームを受信した場合には、この加入者ネットワークフレームを終端し、この加入者ネットワークフレームから加入者ネットワーク用の不要なオーバーヘッドを取り外してユーザパケットを抽出し、このユーザパケットを受信アダプテーション処理部 7 に送る。また、加入者ネットワークへのユーザパケットの送信も後述のように行う。

【 0 0 7 9 】

受信アダプテーション処理部 7 は、加入者ネットワークインタフェース部 6 か

ら受信したユーザパケットに、GFPフレームのアダプテーション用のフィールドである「Type」を付与し、このTypeに対してCRC16計算を行って「tHEC」を付与し、そして拡張ヘッダ用の領域を確保する。なお、以下、ユーザパケットを元にして形成中のGFPフレームも含めて、「GFPフレーム」と呼ぶこととする。

【0080】

アドレス解決部8は、このGFPフレームのペイロードフィールドに格納されたユーザパケットに格納されている加入者ネットワークの宛先アドレス（User Destination Address）を基にメモリ11を参照し、本GFPネットワークにおける宛先ノードを示す宛先MACアドレス（DST MAC）、宛先GFPノードにおける出力ポート（DP）、および本GFPノード1におけるパケットスイッチ3の出力ポート（Egress Port）を同定する。なお、この加入者ネットワークの宛先アドレス（User Destination Address）とは、例えば前記ユーザパケットがEthernet MACフレームである場合や、POSのHDLCフレームのペイロードから抽出されたIPパケットである場合には、その「Destination Address（DA）」を指す。また、本GFPネットワークにおける送信元ノードを示す送信元MACアドレス（SRC MAC）および送信元GFPノード（本GFPノード1）における入力ポート（SP）は自ノードのMACアドレスおよびパケットスイッチ3の本加入者プロトコル終端部4に対応するポート番号（本実施の形態においては「3」）であるため、自動的に判明する。そして、このDP、SP、宛先MACアドレス（DST MAC）、および送信元MACアドレス（SRC MAC）をGFP（リング）フレームの拡張ヘッダ領域に付与し、この拡張ヘッダ領域に対してCRC16計算を行って「eHEC」を付与する。

【0081】

トラヒックメータ9は、監視制御処理部16より例えばユーザパケットに格納されている加入者ネットワークの送信元アドレス（User source Address）毎に設定された帯域を越えるような過剰トラヒックの流入を監視

し、帯域を超過した場合にはGFPフレーム読み出しを司る部位（パケットスイッチインターフェース部10）に対してGFPフレームの廃棄、もしくは読出優先度を下げるポリシング制御を指示する。

【0082】

パケットスイッチインターフェース部10は、例えば加入者ネットワークの送信元アドレス（User source Address）毎に割り当てられた網リソース量に依存して転送頻度を変更するスケジューリング機能に従って、パケットスイッチ3を制御する機能を有している。

【0083】

メモリ11には、加入者ネットワークの宛先アドレス（User Destination Address）毎に、GFPネットワークにおける宛先ノードを示す宛先MACアドレス（DST MAC）、宛先GFPノードにおける出力ポート（DP）、および本GFPノード1における出力ポート（Egress Port）を格納している。これらの情報は、監視制御処理部16から設定される。

【0084】

送信アダプテーション処理部12は、パケットスイッチ3によりスイッチングされて本加入者プロトコル終端部4に転送されパケットスイッチインターフェース部10を経由して供給されるGFPフレームから、ペイロードヘッダ（Type, tHEC, 拡張ヘッダ, eHEC）を外し、加入者ネットワークインターフェース部6に受け渡す。

【0085】

送信アダプテーション処理部12からGFPフレームのペイロードエリアのペイロードに格納されていたパケット（以下、「ユーザパケット」という）を受けた加入者ネットワークインターフェース部6は、このユーザパケットに加入者ネットワーク用のオーバヘッドを付与してこれを加入者ネットワークのフレームに格納し、このユーザパケットが格納されたフレームを加入者ネットワークに送信する。

【0086】

一方、GFPフレーム終端部5は、GFPフレームインターフェース部13、GFPフレームフォワーディング解決部14、パケットスイッチインターフェース部10、トラヒックメータ19、およびメモリ15を有する。

【0087】

GFPフレームインターフェース部13は、GFPネットワークとのGFPフレーム（GFPフレームを格納したSONETフレーム）の送受信を行う。GFPネットワークからGFPフレームを格納したSONETフレームを受信した場合には、SONETフレームからのGFPフレームの抽出、GFPフレームからのコアヘッダの取り外し、デスクランブル処理、FCSフィールドのチェックを行い、このGFPフレームをGFPフレームフォワーディング解決部14に受け渡す。なお、FCSチェックにおいてエラーが検出された場合においても、GFPフレームの廃棄は行われず、エラー検出の事実が監視制御処理部16に通知される。監視制御処理部16は、このエラー検出についてGFPネットワークの管理システムに通知する。また、GFPネットワークへのGFPフレームの送信も後述のようにして行う。

【0088】

GFPフレームフォワーディング解決部14は、GFPフレームインターフェース部13から受信したGFPフレームの拡張ヘッダ内の宛先MACアドレス（Dest MAC）を自ノードのMACアドレスと比較し、両者が異なる場合は、このGFPフレームが他方のGFPフレーム終端部5に転送されるようにパケットスイッチ3の出力ポートを決定する。例えば、本GFPフレーム終端部5がWest側のGFPフレーム終端部5であった場合には、このGFPフレームがEast側のGFPフレーム終端部5に転送されるように、パケットスイッチ3の出力ポートをEast側GFPフレーム終端部5に対応する出力ポート「2」に決定する。両者が一致した場合は、拡張ヘッダ内の宛先ポート（DP）を参照して、パケットスイッチ3の出力ポートをDPに決定する。なお、本実施の形態の場合は各GFPノード1に1個の加入者ネットワークしか接続されていないためパケットスイッチ3からの出力先は1個の加入者プロトコル終端部4（ポート「3」）に固定されるが、GFPノード1に複数の加入者ネットワークが接続さ

れている場合には、この宛先ポート（DP）によって出力先の加入者ネットワークが決定される。

【0089】

パケットスイッチインターフェース部10は、加入者プロトコル終端部4内のパケットスイッチインターフェース部10とほぼ同様の機能を有する。

【0090】

メモリ15は、自ノードのMACアドレスを格納しており、この自ノードMACアドレスがGFPフレームフォワーディング解決部14による比較に使用される。この情報は、監視制御処理部16から設定される。

【0091】

トラヒックメータ19は、監視制御処理部16より例えば宛先MACアドレス（DST MAC）毎に設定された帯域を越えるような過剰トラヒックの流入を監視し、帯域を超過した場合にはGFPフレーム読み出しを司る部位（GFPフレームインターフェース部13）に対してGFPフレームの廃棄、もしくは読出優先度を下げるポリシング制御を指示する。

【0092】

パケットスイッチ3によりスイッチングされて本GFPフレーム終端部5に転送されパケットスイッチインターフェース部10およびトラヒックメータ19を経由して供給されるGFPフレームを受けたGFPフレームインターフェース部13は、後述のようにGFPフレームへのFCSフィールドの付与を行い、コアヘッダを付与し、スクランブル処理を行った後、このGFPフレームをSONETフレームのペイロードに格納し、このGFPフレームが格納されたSONETフレームをGFPネットワークに送信する。

【0093】

次に、本実施の形態におけるGFPノード1内の動作について図3等を用いて詳細に説明する。

【0094】

初めに、加入者ネットワークからユーザパケットが到着し、このユーザパケットを格納したGFPフレームがGFPネットワークへ送出される場合のGFPノ

ード1の動作について図3および図4を用いて説明する。図4は、上記場合のGFPノード1の主な動作を示すフローチャートである。

【0095】

GFPノード1の加入者プロトコル終端部4にユーザパケット（ユーザパケットを格納した加入者ネットワークフレーム）が到着すると、加入者ネットワークインタフェース部6は、この加入者ネットワークフレームの終端処理を行い（ステップS1）、ユーザパケットを抽出する（ステップS2）。この際、加入者ネットワークフレームから加入者ネットワーク用の不要なオーバーヘッドを取り外してユーザパケットを抽出する。この不要なオーバーヘッドとは、例えば加入者ネットワークフレームがEthernet MACフレームである場合には、その「Preamble」および「Start of Frame Delimiter」を指す。

【0096】

このユーザパケットが受信アダプテーション処理部7に転送されると、受信アダプテーション処理部7はGFPのTypeフィールドに本パケットのプロトコル種別（Ethernet, Token Ring, HDLC等）を示す値やリングフレームを使用する旨の値を設定し、拡張ヘッダに必要な領域を確保して本パケットに付与する（ステップS3）（以下、ユーザパケットを元にして形成中のGFPフレームも含めて、「GFPフレーム」と呼ぶ。）。

【0097】

次にアドレス解決部8にGFPフレームが転送されると、アドレス解決部8はこのGFPフレームのペイロードフィールドに格納されたユーザパケット内の宛先アドレス情報（User Destination Address）を基にメモリ11を参照し、対応する宛先MACアドレス（DST MAC）、宛先GFPノードの出力ポート（DP）、および自ノードのパケットスイッチ3の出力ポート（Egress Port）を同定する（ステップS4）。また、前述のように送信元MACアドレス（SRC MAC）および送信元ノード入力ポート（SP）は自動的に判明する。そして、このDP、SP、宛先MACアドレス（DST MAC）、および送信元MACアドレス（SRC MAC）をGFP（

リング) フレームの拡張ヘッダ領域に付与し (ステップ S5)、また、拡張ヘッダ領域の TTL フィールドに所定の GFP 転送 (GFP hops) 残り回数 (初期値) をセットし (ステップ S6)、この拡張ヘッダ領域に対して CRC16 計算を行って「eHEC」を付与する (ステップ S7)。

【0098】

次にトラヒックメータ 9 に GFP フレームが転送されると、トラヒックメータ 9 は監視制御処理部 16 より例えば加入者ネットワークの送信元アドレス (User source Address) 毎に設定された帯域を越えるような過剰トラヒックの流入を監視し、帯域を超過した場合は、パケットスイッチインターフェース部 10 に対して GFP フレームの廃棄、もしくは読出優先度を下げるポリシング制御を行うよう指示する。

【0099】

次にパケットスイッチインターフェース部 10 に GFP フレームが転送されると、パケットスイッチインターフェース部 10 は、例えば加入者ネットワークの送信元アドレス (User source Address) 毎に割り当てられた網リソース量に依存して転送頻度を変更するスケジューリング機能に従ってパケットスイッチ 3 に対して制御を行い、GFP フレームを加入者プロトコル終端部 4 からパケットスイッチ 3 に転送する。

【0100】

GFP フレームは、パケットスイッチ 3 によってスイッチングされ、スイッチング先の (前記自ノードのパケットスイッチ 3 の出力ポート (Egress Port) に対応する West 側もしくは East 側の) GFP フレーム終端部 5 に転送される (ステップ S8)。GFP フレームは、その GFP フレーム終端部 5 内部でパケットスイッチインターフェース部 10 を経由してトラヒックメータ 19 に到達し、トラヒックメータ 19 によって前述の帯域監視・流量制限・優先制御がなされる。

【0101】

GFP フレームインターフェース部 13 に GFP フレームが転送されると、この GFP フレームに対して、後述のように FCS (Frame Check S

sequence) 計算を行い、その結果を示す FCS フィールドを付与し (ステップ S9)、コアヘッダを生成し (ステップ S10)、スクランブル処理 (ステップ S11) を行った後、本 GFP ネットワークで使用している SONET ペイロード (SONET フレームのペイロード) への GFP フレームのマッピングを行う (ステップ S12)。その後、本 GFP フレームを格納した SONET フレームは、GFP フレーム終端部 5 から GFP ネットワークに送出される (ステップ S13)。

【0102】

なお、本実施の形態では、GFP ノード 1 において GFP フレームのコアヘッダの付け外しが GFP フレームインターフェース部 13 により行われ、GFP ノード 1 内ではコアヘッダを有しない GFP フレームが転送・処理されるものと仮定して説明を行う。GFP ノード 1 内で GFP フレームの長さ (区切り) を示す情報を伝達する方法としては、長さに関する数値を制御情報として GFP フレームに付けて (多重もしくは別信号として転送) 転送する、GFP フレームの先頭と末尾を示すフラグ (Flag Bits) を付与する、GFP フレームが存在する信号部分を示す (Enable 信号的) 信号を並行して送る、等の方法を用いることができる。なお、GFP ノード 1 内を、GFP フレームにコアヘッダを付けたまま転送して処理することも可能である。

【0103】

次に、GFP ネットワークから GFP フレームが到着し、これに格納されていたユーザパケットが加入者ネットワークへ送出される場合の GFP ノード 1 の動作について図 3 および図 5 を用いて説明する。図 5 は、上記場合の GFP ノード 1 の主な動作を示すフローチャートである。

【0104】

GFP ノード 1 内の West 側または East 側の GFP フレーム終端部 5 に GFP フレーム (GFP フレームを格納した SONET フレーム) が到着すると、その GFP フレーム終端部 5 内部の GFP フレームインターフェース部 13 は、SONET フレームの終端 (ステップ T1)、および GFP フレームの抽出 (delineation) を行う (ステップ T2)。併せて、GFP フレームか

らのコアヘッダの取り外し（ステップT3）、デスクランブル処理（ステップT4）、GFPフレームのFCSフィールドのチェック（FCSチェック）を行う（ステップT5）。なお、このFCSチェックにおいてエラーが検出された場合においても、GFPフレームの廃棄は行わず、エラー検出の事実が監視制御処理部16に通知される。監視制御処理部16は、このエラー検出についてGFPネットワークの管理システムに通知する。

【0105】

GFPフレームがGFPフレームフォワーディング解決部14に転送されると、GFPフレームフォワーディング解決部14はGFPフレームの拡張ヘッダ内の宛先MACアドレス（DST MAC）を自ノードのMACアドレスと比較し、両者が異なる場合は、このGFPフレームが他方（West側→East側、East側→West側）のGFPフレーム終端部5に転送されるようにパケットスイッチ3の出力ポートを決定する。なお、この場合、GFP（リング）フレームのTTLフィールドをチェックし、既にTTL=0となっていれば、このGFPフレームを廃棄する。TTLが1以上ならTTLをデクリメントし、eHECを再計算して付与し、このGFPフレームをパケットスイッチインターフェース部10に出力する。一方、宛先MACアドレスが自ノードのMACアドレスと一致した場合は、拡張ヘッダ内の宛先ポート（DP）を参照して、パケットスイッチ3の出力ポートをDPに決定し、このGFPフレームをパケットスイッチインターフェース部10に出力する（ステップT6）。

【0106】

次にパケットスイッチインターフェース部10にGFPフレームが転送されると、パケットスイッチインターフェース部10は、例えば宛先MACアドレス（DST MAC）毎に割り当てられた網リソース量に依存して転送サービス頻度を変更するスケジューリング機能に従ってパケットスイッチ3を制御し、GFPフレーム終端部5からパケットスイッチ3にGFPフレームを転送する。

【0107】

GFPフレームは、パケットスイッチ3によってスイッチングされて加入者プロトコル終端部4に転送される（ステップT7）。加入者プロトコル終端部4に

において、GFPフレームはパケットスイッチインターフェース部10を経由して送信アダプテーション処理部12に到達する。送信アダプテーション処理部12は、ペイロードヘッダ（Typeフィールド、tHEC、拡張ヘッダ領域、eHEC）を削除してユーザパケットを形成し（ステップT8）、このユーザパケットを加入者ネットワークインターフェース部6に転送する。

【0108】

加入者ネットワークインターフェース部6では、この、ペイロードフィールド中に格納されて転送されて来たユーザパケットの、加入者ネットワークフレームのペイロードへのマッピング（オーバーヘッド付与等）を行う（ステップT9）。その後、このユーザパケットを格納した加入者ネットワークフレームは加入者プロトコル終端部4から、これと接続された加入者ネットワークに送出される（ステップT10）。

【0109】

次に、GFPネットワークからGFPフレームが到着し、またGFPネットワークへ送出される場合（GFPノード1のWest側またはEast側にGFPフレームが到着し、反対側（East側またはWest側）に送出される場合）のGFPノード1の動作について説明する。

【0110】

GFPノード1内のWest側またはEast側のGFPフレーム終端部5にGFPフレーム（GFPフレームを格納したSONETフレーム）が到着すると、そのGFPフレーム終端部5内部のGFPフレームインターフェース部13は、SONETフレームの終端、GFPフレームの抽出（delineation）を行う。併せてGFPフレームからのコアヘッダの取り外し、デスクランブル処理、GFPフレームのFCSチェックを行う。

【0111】

その後、前述のGFPフレーム受信の際のGFPフレーム終端部5の処理と同様の処理が行われ、このGFPフレームはパケットスイッチ3によりスイッチングされ、出力先ポート（Egress Port）に対応する他方のGFPフレーム終端部5に転送される。

【0112】

スイッチング先のGFPフレーム終端部5では、その後、前述のGFPフレーム送信の際のGFPフレーム終端部5の処理とほぼ同様の処理が行われ、このGFPフレーム（GFPフレームを格納したSONETフレーム）がGFPネットワークに送信される。なお、この場合のFCSフィールドに関する処理については、後述のように行われる。

【0113】

図6は、本実施の形態1におけるGFPフレーム終端部5のGFPフレームインターフェース部13によってチェック／生成されるFCSフィールドを生成する際に対象となるターゲット領域を示す図である。

【0114】

従来のFCS計算（生成）のターゲット領域は、図21に示したようにGFPフレームのペイロードエリア全体であったが、本実施の形態1においては、これを、ペイロードエリアからペイロードヘッダを除いたペイロード（フィールド）の部分とする。

【0115】

GFPフレームを終端・中継する各GFPノード1において、ペイロードフィールドの内容は変更されない。従って、FCS生成ターゲット領域をペイロードフィールドとする本実施の形態1では、このFCSをリンク毎に再計算する必要はない。このため、上記の、GFPネットワークからGFPフレームが到着し、またGFPネットワークへ送出される場合のGFPノード1の動作において、GFPフレーム送出側のGFPフレーム終端部5のGFPフレームインターフェース部13はFCS再計算を行わず、GFPノード1にGFPフレームが到着した時のFCSをそのまま付けた状態でこのGFPフレームを送出する。もし、GFPフレームインターフェース部13がFCSを再計算するとすれば、GFPフレーム到着時にペイロードエリアとFCSフィールドとの間に不整合があってもFCS再計算によってこれが解消され、以降のGFPノード1におけるFCSチェックの結果が「正しい」となってしまい、FCSフィールドを用いたend-to-endのパスの性能監視を行うことができない。このため、本実施の形態1

では、エラーによりペイロードエリアと F C S フィールドとの間に不整合が発生して F C S チェックの結果エラーが検出される状態になっても、F C S の再計算を行わずに G F P フレームを E g r e s s ノードまで転送する。

【 0 1 1 6 】

図 7 は、本実施の形態 1 における F C S フィールドを用いた e n d - t o - e n d のパスの性能監視を示す模式図である。図 7 は、図 1 に示したリング状の G F P ネットワークの一部を切り取って示しており、図 1 における G F P ノード N 2 を本 G F P ネットワークの I n g r e s s ノード、G F P ノード N 5 を本 G F P ネットワークの E g r e s s ノードとした G F P フレームの転送例を示している。

【 0 1 1 7 】

図 7 に示すように、リンク毎に各 G F P ノードにおいて F C S チェックによるパフォーマンスモニタリング（P M : 性能監視）が行われる。前述のように、中間ノードにおいて F C S 再計算は行われず。これにより、I n g r e s s ノードと E g r e s s ノードの間のパス上に発生する劣化／エラーを、E g r e s s ノードにおける F C S チェックによって検出することが可能となる。

【 0 1 1 8 】

以上のように、本発明の実施の形態 1 による G F P フレーム転送装置および G F P フレーム転送方法においては、F C S 生成ターゲット領域をペイロードエリアのペイロードフィールドに設定し、G F P フレームを G F P ネットワークから受信して G F P ネットワークに送信する際に F C S 再計算を行わない。このため、パス上でエラーが発生した場合には、E g r e s s ノードにおける F C S チェックでエラーが検出されることとなり、これにより、F C S フィールドを使用した e n d - t o - e n d のパスの性能監視を実現することが可能となる。

【 0 1 1 9 】

また、F C S チェックによりエラーを検出した G F P ノード 1 の監視制御処理部 1 6 が G F P ネットワークの管理システムにエラー検出について通知するようにしたため、パス中のエラーの発生箇所の特定も容易に行うことができる。

【 0 1 2 0 】

実施の形態 2.

次に本発明の第二の実施の形態について説明する。

【0121】

本実施の形態 2 においては、FCS 生成ターゲット領域としては従来の FCS 生成ターゲット領域を変更せずにそのまま用い、FCS の再計算方法に、異なる計算方法を採用する。Ingress の GFP ノード 1 での FCS 生成（計算）と、中間および Egress の GFP ノード 1 での FCS チェックは、従来の仕様通りに行う。一方、中間の GFP ノード 1 で FCS を再計算する際には、ペイロードヘッダの変更差分と元の FCS を用いて新しい FCS を求める。

【0122】

元の（GFP ノード 1 入力時の）ペイロードヘッダと新しい（GFP ノード 1 出力時の）ペイロードヘッダの差分を求め、この差分に対して、CRC 32 計算の生成多項式 $G(x)$ による除算を行う。除算結果における剰余と元の FCS の排他的論理和が新しい FCS となる（図 8 参照）。

【0123】

以下、GFP ノード 1 の GFP フレーム終端部 5 が GFP フレームを送信する場合の、GFP フレームインターフェース部 13 による FCS の生成方法、および再計算方法について、詳細に説明する。なお、以下の説明における数式は全て modulo 2 による演算であり、modulo 2 による演算においては、減算と加算は等価である。

【0124】

FCS の生成においては、以下の式が使用される。

【0125】

情報多項式 $F(x)$: FCS 生成ターゲット領域の k ビットの情報を $k-1$ 次の x の多項式で表現した式であり、

$$F(x) = c_1 + c_2x + c_3x^2 + \dots + c_kx^{k-1}$$

と表される。FCS 生成ターゲット領域において最初に送信されるビットが最高次（ $k-1$ 次）の項の係数 c_k 、最後に送信されるビットが最低次（0 次）の項の係数 c_1 となる。

【0126】

なお、GFPではSONETがNetwork Byte Order (Most Significant Octet first) かつMSB firstで伝送路上に情報を送出する。このため、FCSの計算対象がペイロードエリア全体（コアヘッダのcHECの次オクテットからペイロードの最終オクテット）である実施の形態2の場合は、TypeフィールドのMSBが $F(x)$ の最高次 (x^{k-1}) の係数 c_k 、ペイロードの最終オクテットのLSBが最低次 (x^0) の係数 c_1 となる。

【0127】

生成多項式 $G(x)$ ：FCS生成では、CRC32の生成多項式として、

$$G(x) = 1 + x + x^2 + x^4 + x^5 + x^7 + x^8 + x^{10} + x^{11} + x^{12} + x^{16} + x^{22} + x^{23} + x^{26} + x^{32}$$

が使用される。各項の係数のうち、0次、1次、2次、4次、5次、7次、8次、10次、11次、12次、16次、22次、23次、26次および32次の係数が1で、他の次数の係数が0である。

【0128】

反転多項式 $L(x)$ ：係数がすべて1の31次の多項式である、

$$L(x) = 1 + x + x^2 + \dots + x^{31}$$

が、ビット反転用に使われる。

【0129】

FCSは、以下の2つの式（値）の和を32ビットで表現し、それに対して1の補数を取るにより求められる。

- 1) $x^{32}F(x)$ ($k+31$ 次式) を $G(x)$ で割った余り（次数は31以下）
- 2) $x^kL(x)$ ($k+31$ 次式) を $G(x)$ で割った余り（次数は31以下）

【0130】

$x^{32}F(x) + x^kL(x)$ を $G(x)$ で割った商を $Q(x)$ 、余りを $R(x)$ とすると、

$$x^{32}F(x) + x^kL(x) = G(x)Q(x) + R(x)$$

従って

$$\begin{aligned}
 FCS &= \sim R(x) && (R(x) \text{ の } 1 \text{ の補数 (ビット反転)}) \\
 &= R(x) + L(x) \\
 &= x^{32}F(x) + x^kL(x) - G(x)Q(x) + L(x) \\
 &= x^{32}F(x) + x^kL(x) + G(x)Q(x) + L(x) \cdots (1)
 \end{aligned}$$

【0131】

GFPフレームの転送においては、 $F(x)$ の係数 $c_1, c_2, c_3, \dots, c_k$ が、高次の係数から($c_k, c_{k-1}, \dots, c_2, c_1$ の順に)送信され、これに引き続きFCSの係数が高次の係数から送信される。すなわち、

$$x^{32}F(x) + FCS = x^{32}F(x) + \sim R(x)$$

が転送される。

【0132】

図9は、GFPフレームのFCS生成ターゲット領域の内容を示す情報多項式 $F(x)$ と反転多項式 $L(x)$ とを用いたFCSの生成を模式的に示している。

【0133】

FCSの実際の計算においては、図10に示すCRC演算回路が使用される。このCRC演算回路は、32個の剰余レジスタ(D-FF) $D_0 \sim D_{31}$ を備えて構成され、生成多項式 $G(x)$ の各次数 i の係数 g_i のうち、1である係数 g_i に対応する部分のみフィードバックが行われる。すなわち、図10における部分 g_i のうち、対応する係数 g_i が1である部分のみ接続されており、対応する係数 g_i が0である部分は接続されていない。生成多項式 $G(x)$ は一般的に不変であるため、各部分 g_i は固定的な結線で実現できる。なお、図10のCRC演算回路においては、各EXOR回路によって式の加算に相当する操作が行われ、生成多項式 $G(x)$ の各係数 g_i 毎のフィードバックによって生成多項式 $G(x)$ による除算に対応する操作が行われる。

【0134】

計算開始時に、図10のCRC演算回路の剰余レジスタ $D_0 \sim D_{31}$ がすべて1にプリセットされ、これに情報ビット($x^{32}F(x)$)が入力される。全ビット入力後、次のクロック入力時に剰余レジスタ $D_0 \sim D_{31}$ の出力をビット反転したものがFCSとなる。なお、前記 $x^kL(x)$ は、計算開始時の初期状態で32

ビットの剰余レジスタをすべて1にプリセットすることと等価であり、 $L(x)$ の加算は、下位32ビットのビット反転と等価である。

【0135】

FCSチェックは、図10のCRC演算回路を使用して、以下のように行われる。図10のCRC演算回路の剰余レジスタ $D_0 \sim D_{31}$ をすべて1にプリセットした状態で、 $x^{32}F(x) + FCS$ をCRC演算回路に入力すると、エラーがなければ最終ビット入力後、次のクロック入力時に剰余レジスタ $D_0 \sim D_{31}$ がすべて1となる。なぜならば、

$$\begin{aligned} x^{32}F(x) + FCS + x^kL(x) \\ &= G(x)Q(x) + R(x) + FCS \\ &= G(x)Q(x) + R(x) + R(x) + L(x) \\ &= G(x)Q(x) + L(x) \end{aligned}$$

であり、 $x^{32}F(x) + FCS + x^kL(x)$ を $G(x)$ で割って余りが $L(x)$ となるならば上記入力結果において剰余レジスタ $D_0 \sim D_{31}$ がすべて1となるからである。上記入力結果において剰余レジスタ $D_0 \sim D_{31}$ がすべて1とならなかった場合、エラー発生が検出されたこととなる。

【0136】

中間ノードでのFCS再計算は、以下のようにして行われる。

【0137】

$F'(x)$ を中間ノードにおけるGFPフレームの新しいFCS生成ターゲット領域の内容を示す情報多項式、 FCS_{new} を新しいFCSとする。 $x^{32}F'(x) + x^kL(x)$ を $G(x)$ で割った商を $Q'(x)$ 、余りを $R'(x)$ （次数は31以下）とする。通常のFCS再計算方法においては、 FCS_{new} は、定義通りに $x^{32}F'(x) + x^kL(x)$ を $G(x)$ で割り、その余り $R'(x)$ の1の補数をとることで計算される。

【0138】

$$\begin{aligned} x^{32}F'(x) + x^kL(x) &= G(x)Q'(x) + R'(x) \\ FCS_{new} &= \sim R'(x) (= R'(x) + L(x)) \\ &= x^{32}F'(x) + x^kL(x) + G(x)Q'(x) + L(x) \end{aligned}$$

$x) \cdots (2)$

このとき、式(1)，(2)から次式が成立する。

$$FCS_{new} = FCS + \{x^{32}F'(x) - x^{32}F(x)\} + G(x) \{Q'(x) - Q(x)\} \cdots (3)$$

【0139】

上記式(3)は、以下のように証明される(なお、以下において、「 \equiv 」は、「定義する」を意味する)。

FCSおよびFCS_{new}の定義より、

$$FCS_{new} \equiv R'(x) + L(x)$$

かつ

$$FCS \equiv R(x) + L(x)$$

両辺引いて、

$$FCS_{new} - FCS = R'(x) - R(x)$$

$$\therefore FCS_{new} = FCS + R'(x) - R(x)$$

ここで、 $Q(x)$ ， $R(x)$ ， $Q'(x)$ ， $R'(x)$ の定義より、

$$x^{32}F(x) + x^k L(x) \equiv G(x)Q(x) + R(x)$$

$$x^{32}F'(x) + x^k L(x) \equiv G(x)Q'(x) + R'(x)$$

であるが、

$$R'(x) - R(x)$$

$$= x^{32}F'(x) + G(x)Q'(x) - \{x^{32}F(x) + G(x)Q(x)\}$$

$$= \{x^{32}F'(x) - x^{32}F(x)\} + G(x) \{Q'(x) - Q(x)\}$$

$$\therefore FCS_{new} = FCS + \{x^{32}F'(x) - x^{32}F(x)\} + G(x) \{Q'(x) - Q(x)\} \cdots (3)$$

【0140】

ここで、 $R(x)$ ， $R'(x)$ は共に31次以下であるから、

$$\{x^{32}F'(x) - x^{32}F(x)\} + G(x) \{Q'(x) - Q(x)\}$$

も31次以下なので、

$\{x^{32}F'(x) - x^{32}F(x)\} + G(x) \{Q'(x) - Q(x)\}$
 は、 $x^{32}F'(x) - x^{32}F(x)$ を $G(x)$ で割った余りに相当する。

【0141】

すなわち、新しい FCS は、中間ノードでの新しい情報と元の情報との差分を示す情報多項式 $\{x^{32}F'(x) - x^{32}F(x)\}$ を $G(x)$ で割った際の余りに元の FCS を加算すれば計算される。

【0142】

この新しい計算方法では、 $G(x)$ による割り算の際に 32 ビットの剰余レジスタ $D_0 \sim D_{31}$ をすべて 1 にプリセットする処理や、下位 32 ビットのビット反転処理が不要となる。

【0143】

GFP フレームのノード間での転送では、上位プロトコルのデータが格納されるペイロードフィールドの内容は変化しないため、新しい情報と元の情報との差分は、拡張ヘッダ領域と eHEC の部分となる。従って、拡張ヘッダ領域と eHEC の更新前の情報多項式を $E(x)$ 、更新後の情報多項式を $E'(x)$ 、ペイロードフィールドのビット数を p とすると、図 11 に示す通り、 $x^{32}F'(x) - x^{32}F(x) = x^{32+p} \{E'(x) - E(x)\}$ を $G(x)$ で割り、その余りと元の FCS との和が新しい FCS (FCS_{new}) となる。

【0144】

このとき、 $G(x)$ による除算では、

- (1) 32 ビットの剰余レジスタをすべて 1 にプリセットする処理
- (2) 下位 32 ビットのビット反転処理

が不要であるので、CRC 演算回路には、剰余レジスタをすべて 0 に初期化後、 $E'(x) - E(x)$ のビット列を入力して 32 ビットだけ「0」を入力後、これを元の FCS に加算することで、新しい FCS (FCS_{new}) が得られる。

【0145】

以上まとめると、FCS の各種演算方法は、以下ようになる。

【0146】

[FCS 生成時]

- (1) 図 1 0 の C R C 演算回路の剰余レジスタをすべて 1 にプリセット
- (2) G F P フレームの T y p e フィールドから C R C 演算回路に入力
- (3) F C S 用の空き 3 2 ビットを入力した次のクロックで剰余レジスタの出力をビット反転したものを F C S として送信

【 0 1 4 7 】

[F C S チェック時]

- (1) 図 1 0 の C R C 演算回路の剰余レジスタをすべて 1 にプリセット
- (2) G F P フレームの T y p e フィールドから C R C 演算回路に入力
- (3) F C S の最終ビットを入力した次のクロックで剰余レジスタがすべて 1 であればパイロードエリアにエラーなし。すべて 1 以外ならエラー検出

【 0 1 4 8 】

[F C S 再計算時]

- (1) 図 1 0 の C R C 演算回路の剰余レジスタをすべて 0 に初期化
- (2) 拡張ヘッダ領域と e H E C の更新前と更新後との差分を C R C 演算回路に入力
- (3) 続けてパイロードフィールドのビット数 (p) + 3 2 だけ「 0 」を入力した次のクロックで、剰余レジスタの出力に元の F C S を加算すると、新しい F C S (F C S n e w) が生成される (ビット反転不要)

【 0 1 4 9 】

上記の F C S 再計算時 (2) の、拡張ヘッダ領域と e H E C の更新前と更新後との差分は、例えば、各ビット毎に減算 (m o d u l o 2 による演算においては加算と等価) を行う複数の E X O R 回路からなる減算回路により求められる。また、上記の F C S 再計算時 (3) の、剰余レジスタの出力と元の F C S との加算は、各ビット毎に加算を行う複数の E X O R 回路からなる加算回路により行われる。

【 0 1 5 0 】

本実施の形態 2 においても、 G F P フレームインターフェース部 1 3 による F C S チェックにおいてエラーが検出されても G F P フレームの廃棄は行われず、エラー検出の事実が監視制御処理部 1 6 に通知される。監視制御処理部 1 6 は、

このエラー検出についてGFPネットワークの管理システムに通知する。

【0151】

以上のように、本発明の実施の形態2によるGFPフレーム転送装置およびGFPフレーム転送方法においては、FCS生成ターゲット領域としては従来のFCS生成ターゲット領域をそのまま用い、中間のGFPノード1でのFCSの再計算においてはペイロードヘッダの変更差分と元のFCSを用いて新しいFCSを求めるようにした。このため、パス上でエラーが発生した場合には、EgressノードにおけるFCSチェックでエラーが検出されることとなり、これにより、実施の形態1と同様に、FCSフィールドを使用したend-to-endのパスの性能監視を実現することが可能となる。また、FCSチェックによりエラーを検出したGFPノード1の監視制御処理部16がGFPネットワークの管理システムにエラー検出について通知するようにしたため、パス中のエラーの発生箇所の特特定も容易に行うことができる。従って、各GFPノード1において基本的に変更されることがないペイロードフィールドを考慮しない計算方法を用いながら、実施の形態1と同様に、FCSフィールドを使用したend-to-endのパスの性能監視、およびエラー発生箇所の特特定を行うことが可能となる。

【0152】

実施の形態3.

次に本発明の第三の実施の形態について説明する。

【0153】

本実施の形態3においては、図12に示すように、FCS生成ターゲット領域としては従来のFCS生成ターゲット領域を変更せずにそのまま用い、ペイロードヘッダ内に新たにエラー通知ビット(error notification bit)を定義する。このエラー通知ビットは、GFPリングフレームの場合には、例えばペイロードヘッダのSpareフィールド内の一部に定義することが可能である。

【0154】

図13は、本実施の形態3におけるFCSフィールドおよびエラー通知ビットを用いたend-to-endのパスの性能監視を示す模式図である。図13は

、図7と同様に図1のリング状のGFPネットワークの一部(N2→N5)におけるGFPフレームの転送例を示している。

【0155】

図13に示すように、あるGFPリンクにおいてエラーが発生し、このGFPフレームを受信したGFPノード1においてFCSチェックでエラーが検出された場合には、エラーを検出したGFPノード1のGFPフレーム終端部5のGFPフレームインターフェース部13が、エラー通知ビット(Error Notification Bit)を1にセットする。FCS再計算は、従来と同様に、GFPリンク単位に各GFPノード1で行われる。Egress側GFPノード1に到達したGFPフレームにおけるエラー通知ビットはパス内のすべてのリンクにおけるパフォーマンスモニタリングの結果の論理和であることから、エラー通知ビットを利用してEgress側GFPノード1はend-to-endのパスの性能監視を行うことができる。さらにGFPレイヤを終端する各GFPノード1では、FCSフィールドのチェックを通じてリンク単位の劣化/エラー(degradation)を検出することができる。従って、このエラー通知ビットとFCSチェックとを通じて、パス上のすべての障害検出が可能となる。

【0156】

以上のように、本発明の実施の形態3によるGFPフレーム転送装置およびGFPフレーム転送方法においては、FCS生成ターゲット領域としては従来のFCS生成ターゲット領域をそのまま用い、ペイロードヘッダ内に新たにエラー通知ビットを定義した。各GFPノード1においてFCS再計算を行い、FCSチェックでエラーを検出したGFPノード1においてこのエラー通知ビットをセットするようにしたので、エラー通知ビットとFCSチェックとを通じてパス上のすべての障害検出(end-to-endのパスの性能監視およびリンク単位の劣化/エラー検出)を行うことが可能となる。

【0157】

なお、上記各実施の形態の説明においては、リング状接続のGFPネットワーク上を転送されるGFPリングフレームを例に取り説明を行ったが、上記各実施

の形態は、例えば本発明者等が現在提案中の「GFPパスフレーム」等の他のGFPフレームフォーマットに対しても適用することが可能である。このGFPパスフレームは、図15～図18に示したGFPフレームの基本フレームフォーマットに準拠したフレームであり、GFPネットワーク内のIngressノードからEgressノードまでのパスを一意に指定するために定義されたパスIDに対応するラベルを拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納し、このラベルによってルーティングされるものである。GFPパスフレームは、リング状接続のGFPネットワーク以外にも、メッシュ状、マルチリング状等の複雑なネットワークトポロジーに対しても使用可能であり、そのような複雑な形態のGFPネットワークに対しても上記各実施の形態は適用可能である。このため、複雑な形態のGFPネットワークにおけるフレーム転送において特に重要となるend-to-endのパスの性能監視を、GFPパスフレームのFCSフィールドを使用して実現することが可能となる。

【0158】

また、上記各実施の形態においては、FCSチェックがパス上の各GFPノード1により行われることを前提としていたが、FCSチェックを一部特定の間中ノードでのみ行うことももちろん可能である。実施の形態2および実施の形態3におけるFCS再計算は、TTLの書き替え等によりペイロードヘッダの内容が各中間ノードで変更されるため、各中間ノードにおいて行う必要がある。

【0159】

【発明の効果】

以上のように、本発明の第1のGFPフレーム転送装置によれば、GFP (Generic Frame Procedure) フレームをGFPネットワークにおいて転送するGFPフレーム転送装置において、前記GFPフレームが前記GFPフレーム転送装置において生成され送信される場合に前記GFPフレームのペイロードフィールドを生成ターゲット領域としてFCS (Frame Check Sequence) を生成してこれを前記GFPフレームのFCSフィールドに付与するFCS生成手段を備えるようにしたため、GFPフレームのペイロードフィールドの内容が基本的に中継ノードで変更されないことにより基

本的にはFCSをリンク毎に各中継ノードで再計算する必要がなくなり、各中継ノードは、FCS再計算を行わずにGFPフレームを受信した時のFCSをそのまま付けてGFPフレームを送出することが可能となる。

【0160】

また、このGFPフレーム転送装置がGFPフレームを受信した場合に前記GFPフレームのペイロードフィールドおよびFCSフィールドを用いてFCSチェックを行うFCSチェック手段をさらに備えるようにしたため、他のGFPフレーム転送装置から転送されてきたGFPフレームにその時点でエラーが発生しているか否かを判定することが可能となる。前記FCSチェック手段によるFCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、このGFPフレームを廃棄せずにエラーが検出された際のFCSを付与したまま前記次のGFPフレーム転送装置に転送することが望ましい。そのようにしてGFPフレームをGFPネットワークにおけるEgressノードまで転送することにより、IngressノードとEgressノードの間のパス上に発生するエラーをEgressノードにおけるFCSチェックにより検出することが可能となり、FCSフィールドを使用したend-to-endのパスの性能監視を実現することができる。

【0161】

また、FCSチェックによりエラーを検出したGFPフレーム転送装置の監視制御処理部がGFPネットワークの管理システムにエラー検出について通知するようにしたため、上記のend-to-endのパスの性能監視に加え、パス中のエラーの発生箇所の特定も容易に行うことが可能となる。

【0162】

本発明の第2のGFPフレーム転送装置によれば、GFPフレーム転送装置がGFPフレームを受信して次のGFPフレーム転送装置に転送する場合に前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域とeHEC(extension Header Error Control)フィールドの前記GFPフレーム転送装置における更新前と更新後との差分と前記GFPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPフレームのFCS(Frame Check Sequence)とを

基に前記GFPフレーム転送装置から出力される前記GFPフレームのFCSを再計算してこれを前記GFPフレームのFCSフィールドに付与するFCS再計算手段を備えるようにしたため、各中継ノードで変更される可能性のある拡張ヘッダ領域とeHECフィールドのみについて差分を取り、この差分を用いて、各GFPフレーム転送装置において基本的に変更されることがないペイロードフィールドを考慮しない計算方法によってFCSの再計算を行うことができる。

【0163】

また、このGFPフレーム転送装置がGFPフレームを受信した場合に前記GFPフレームのペイロードエリアおよび前記FCSフィールドを用いてFCSチェックを行うFCSチェック手段をさらに備えるようにしたため、他のGFPフレーム転送装置から転送されてきたGFPフレームにその時点でエラーが発生しているか否かを判定することが可能となる。前記FCSチェック手段によるFCSチェックにおいて次のGFPフレーム転送装置に転送されるべきGFPフレームのエラーが検出された場合、このGFPフレームを廃棄せずに前記FCS再計算手段により再計算された前記FCSを付与して前記次のGFPフレーム転送装置に転送することが望ましい。そのようにしてGFPフレームをEgressノードまで転送することにより、IngressノードとEgressノードの間のパス上に発生するエラーをEgressノードにおけるFCSチェックにより検出することが可能となり、FCSフィールドを使用したend-to-endのパスの性能監視を実現することができる。

【0164】

また、FCSチェックによりエラーを検出したGFPフレーム転送装置の監視制御処理部がGFPネットワークの管理システムにエラー検出について通知するようにしたため、上記のend-to-endのパスの性能監視に加え、パス中のエラーの発生箇所の特定制も容易に行うことが可能となる。

【0165】

前記FCS再計算手段は、GFPフレームの拡張ヘッダ領域とeHECフィールドのGFPフレーム転送装置における更新前と更新後との差分を求める減算回路と、複数の剰余レジスタとFCSの生成多項式 $G(x)$ に対応したフィードバ

ックを前記複数の剰余レジスタに行う構成とを有して前記差分を入力とするCRC演算回路と、前記CRC演算回路の複数の剰余レジスタの各々の出力とGFPPフレーム転送装置に入力された際のGFPPフレームのFCSの各ビットとの和をそれぞれ求める加算回路とにより実現することができる。この場合、前記FCS再計算手段におけるFCS再計算は、前記減算回路により前記差分を求め、前記CRC演算回路の複数の剰余レジスタをすべて0に初期化し、前記差分を前記CRC演算回路に入力し、ペイロードフィールドのビット数+32だけ前記CRC演算回路に0を入力し、次のクロックで前記複数の剰余レジスタの各出力とGFPPフレーム転送装置に入力された際の前記GFPPフレームの前記FCSの各ビットとをそれぞれ前記加算回路により加算することにより行うことができる。

【0166】

本発明の第3のGFPPフレーム転送装置によれば、GFPPフレームを受信した場合に前記GFPPフレームのFCS (Frame Check Sequence) を用いてエラーチェックを行いこのFCSチェックにおいてエラーが検出された場合に前記GFPPフレームの拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドにエラー通知ビットをセットするFCSチェック／エラー通知ビットセット手段を備えるようにしたため、エラー通知ビットによって以降のGFPPフレーム転送装置にエラー発生の有無を通知することが可能となる。前記FCSチェック／エラー通知ビットセット手段によるFCSチェックにおいて次のGFPPフレーム転送装置に転送されるべきGFPPフレームのエラーが検出された場合、前記GFPPフレームを廃棄せずに前記GFPPフレーム転送装置において再計算されたFCSを付与して前記次のGFPPフレーム転送装置に転送することが望ましい。これにより、Egress側のGFPPフレーム転送装置でエラー通知ビットの参照によってend-to-endのパスの性能監視を行い、各中間ノードでFCSチェックによってリンク単位の劣化／エラーの検出を行うことが可能となり、エラー通知ビットとFCSチェックとを通じて、パス上のすべての障害検出を行うことが可能となる。

【0167】

前記GFPPフレームとしては、従来のGFPPリングフレームを用いることがで

き、この場合には、エラー通知ビットがセットされる前記所定のフィールドを、例えば拡張ヘッダ領域内の S p a r e フィールドの一部に設けることができる。

【 0 1 6 8 】

また、GFPフレームとして、GFPネットワーク内の I n g r e s s ノードから E g r e s s ノードまでのパスを一意に指定するために定義されたパスIDに対応するラベルを拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納したGFPパスフレームを用いることも可能である。このGFPパスフレームは、リング状接続のGFPネットワーク以外にもメッシュ状、マルチリング状等の複雑なネットワークトポロジーに対しても使用可能なフレームであり、複雑な形態のGFPネットワークにおけるフレーム転送において特に重要となる e n d - t o - e n d のパスの性能監視を、GFPパスフレームのFCSフィールドを使用して実現することが可能となる。

【 0 1 6 9 】

また、前記GFPフレーム転送装置に、E t h e r n e t , P O S (P a c k e t O v e r S O N E T) 等のサブネットワークを収容させることが可能である。サブネットワークとしてE t h e r n e t を収容する場合には、例えば、GFPフレーム転送装置の packets 抽出手段によってこのE t h e r n e t のE t h e r n e t フレームを終端してこのE t h e r n e t フレームのペイロードから packets を抽出し、この packets をGFPフレームのペイロードフィールドに格納してGFPネットワークに送出することができる。また、サブネットワークとしてP O S を収容する場合には、例えば、GFPフレーム転送装置の packets 抽出手段によってこのP O S のH D L C フレームを終端してこのH D L C フレームのペイロードから packets を抽出し、この packets をGFPフレームのペイロードフィールドに格納してGFPネットワークに送出することができる。前記 packets 抽出手段による前記 packets の抽出は、例えば前記サブネットワークのフレームから不要なサブネットワーク用のオーバーヘッドを除去することによって行われる。

【 0 1 7 0 】

また、前記GFPフレーム転送装置のGFPフレーム送信手段がGFPフレー

ムをGFPネットワークに送信する場合には、GFPネットワークにおいてGFPフレームを収容するOSI参照モデルの第1層のフレームであるレイヤ1フレームに前記GFPフレームを格納し、このGFPフレームを格納したレイヤ1フレームをGFPフレーム転送装置の適切な出力ポートからGFPネットワークに送信するようにすることができる。このOSI参照モデルの第1層としては、SONET (Synchronous Optical Network)、OTN (Optical Transport Network) 等を用いることが可能である。前記第1層としてSONETを用いる場合には、GFPフレーム送信手段は、SONETのSONETフレームのペイロードにGFPフレームを格納し、このGFPフレームを格納したSONETフレームをGFPネットワークに送信することができる。また、前記第1層としてOTNを用いる場合には、GFPフレーム送信手段は、OTNのデジタルラッパーフレームのペイロードであるOPUk (Optical channel payload unit) にGFPフレームを格納し、このGFPフレームを格納したデジタルラッパーフレームをGFPネットワークに送信することができる。

【0171】

また、本発明の各GFPフレーム転送方法によっても、上記の本発明の各GFPフレーム転送装置の効果と同様の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1によるGFPフレーム転送装置により構成されるGFPネットワークの一例を示すブロック図である。

【図2】 本発明の実施の形態1によるGFPフレーム転送装置の概略構成を示すブロック図である。

【図3】 本発明の実施の形態1におけるGFPノードの詳細な構成の一例を示すブロック図である。

【図4】 加入者ネットワークからユーザパケットが到着し、このユーザパケットを格納したGFPフレームがGFPネットワークへ送出される場合のGFPノードの主な動作を示すフローチャートである。

【図5】 GFPネットワークからGFPフレームが到着し、これに格納さ

れていたユーザパケットが加入者ネットワークへ送出される場合のGFPノードの主な動作を示すフローチャートである。

【図 6】 本発明の実施の形態 1 における FCS 生成ターゲット領域を示す図である。

【図 7】 本発明の実施の形態 1 における FCS フィールドを用いた end-to-end のパスの性能監視を示す模式図である。

【図 8】 本発明の実施の形態 2 における FCS 再計算方法の概略を示す図である。

【図 9】 GFP フレームの FCS 生成ターゲット領域の内容を示す情報多項式 $F(x)$ と反転多項式 $L(x)$ とを用いた FCS の生成を示す模式図である。

【図 10】 FCS の計算において用いられる CRC 演算回路を示す回路図である。

【図 11】 本発明の実施の形態 2 における FCS 再計算方法を示す図である。

【図 12】 本発明の実施の形態 3 において使用されるエラー通知ビットを示す図である。

【図 13】 本発明の実施の形態 3 における FCS フィールドおよびエラー通知ビットを用いた end-to-end のパスの性能監視を示す模式図である。

【図 14】 GFP のプロトコルスタックを示す図である。

【図 15】 GFP の基本フレームフォーマットを示す図である。

【図 16】 GFP フレームのコアヘッダのフォーマットを示す図である。

【図 17】 GFP フレームのペイロードエリアのフォーマットを示す図である。

【図 18】 GFP フレームの FCS フィールドのフォーマットを示す図である。

【図 19】 GFP ポイント to ポイントフレームにおけるペイロードヘッダを示す図である。

【図20】 GFPリングフレームにおけるペイロードヘッダを示す図である

【図21】 従来のFCS生成ターゲット領域を示す図である。

【符号の説明】

1, N1～N7 GFPノード（GFPフレーム転送装置）

13 GFPフレームインターフェース部（FCS生成手段, FCSチェック手段, FCS再計算手段, FCSチェック／エラー通知ビットセット手段, GFPフレーム送信手段

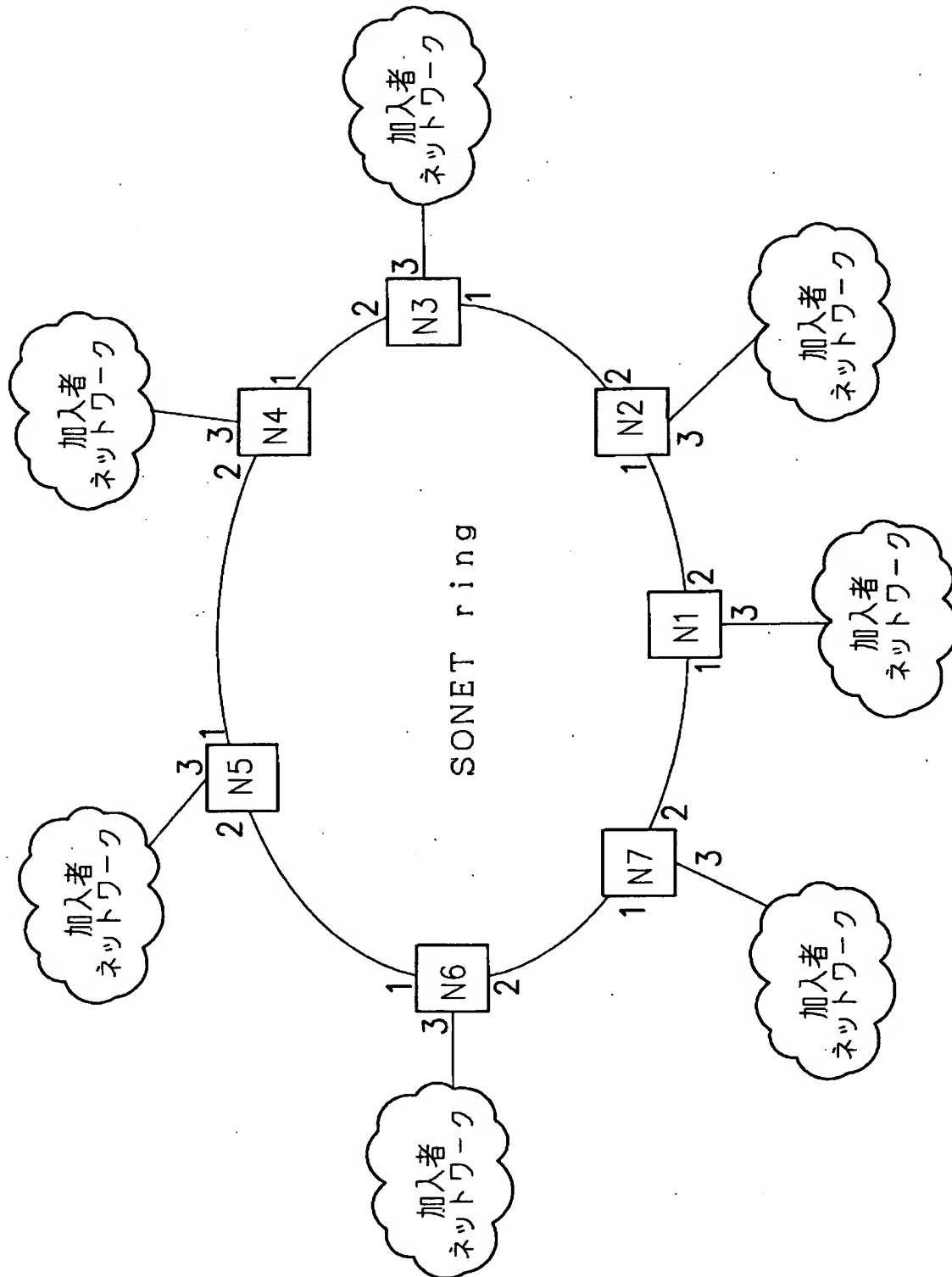
16 監視制御処理部（監視制御処理手段）

6 加入者ネットワークインタフェース部（パケット抽出手段）

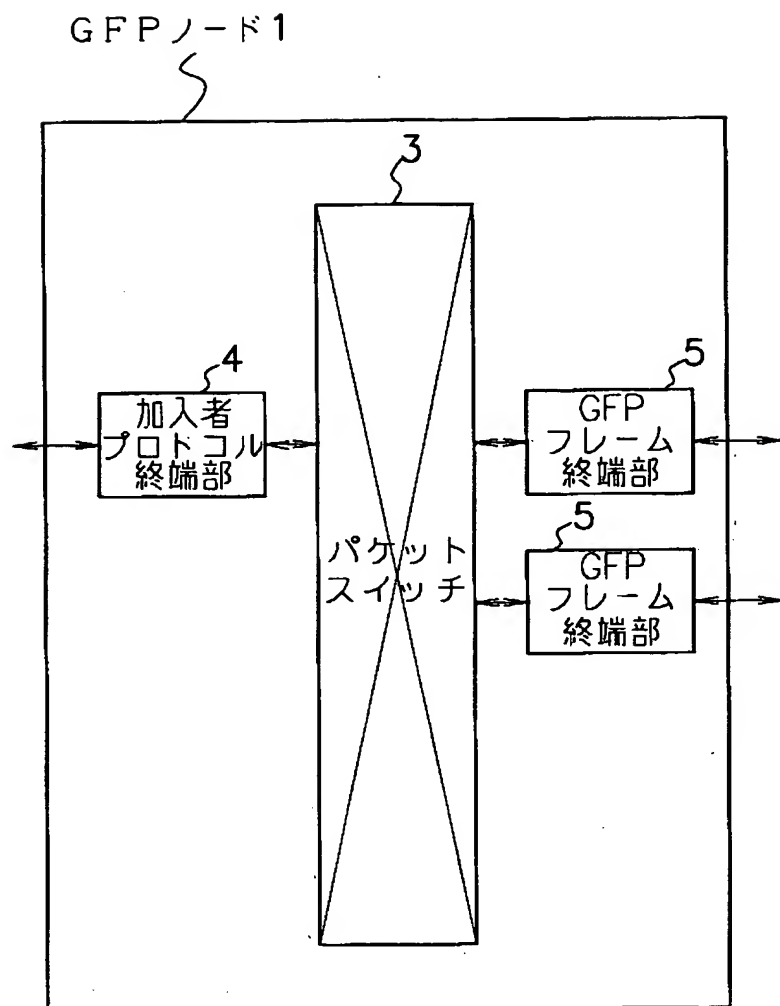
D₀～D₃₁ 剰余レジスタ

【書類名】 図面

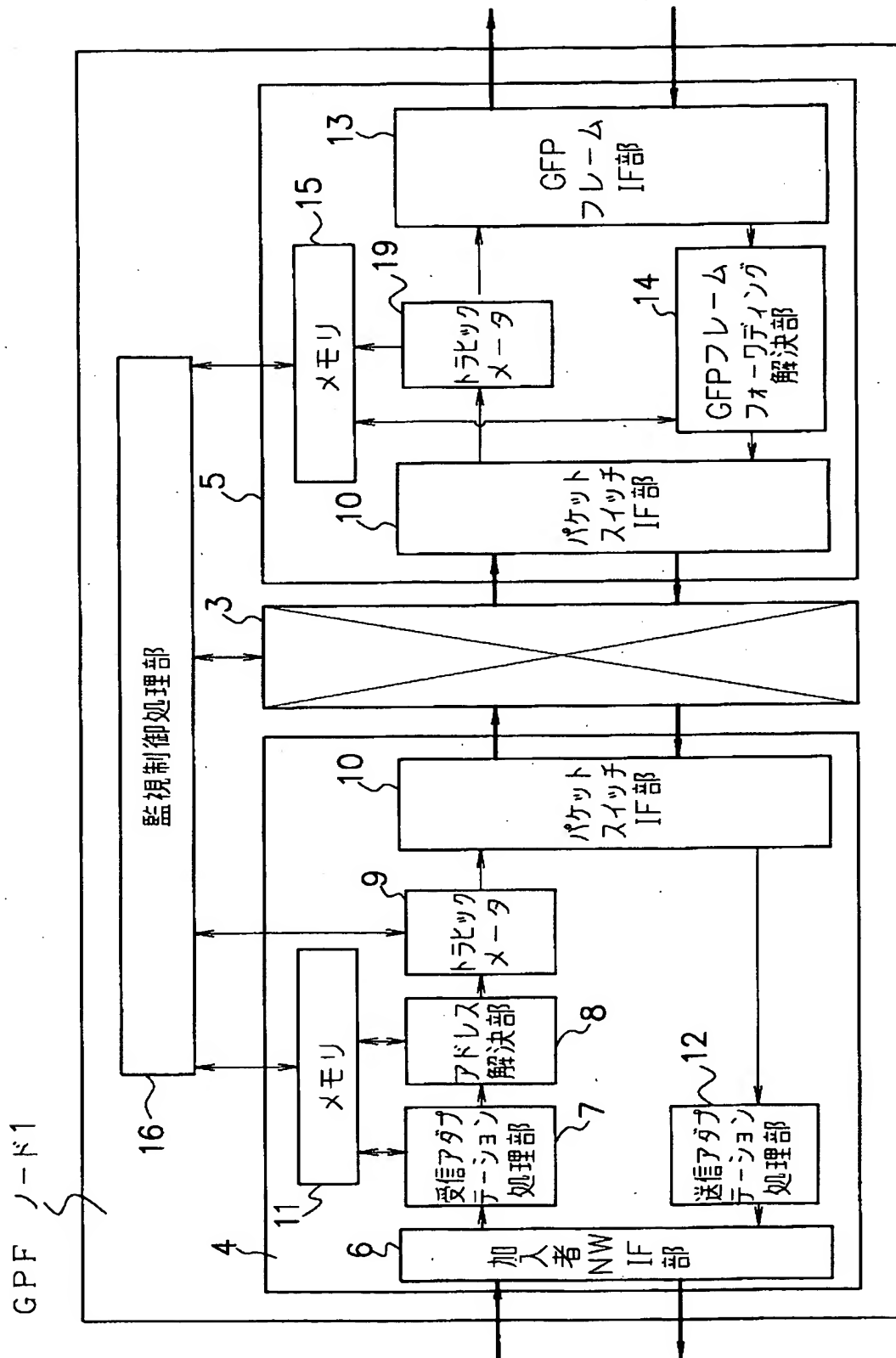
【図1】



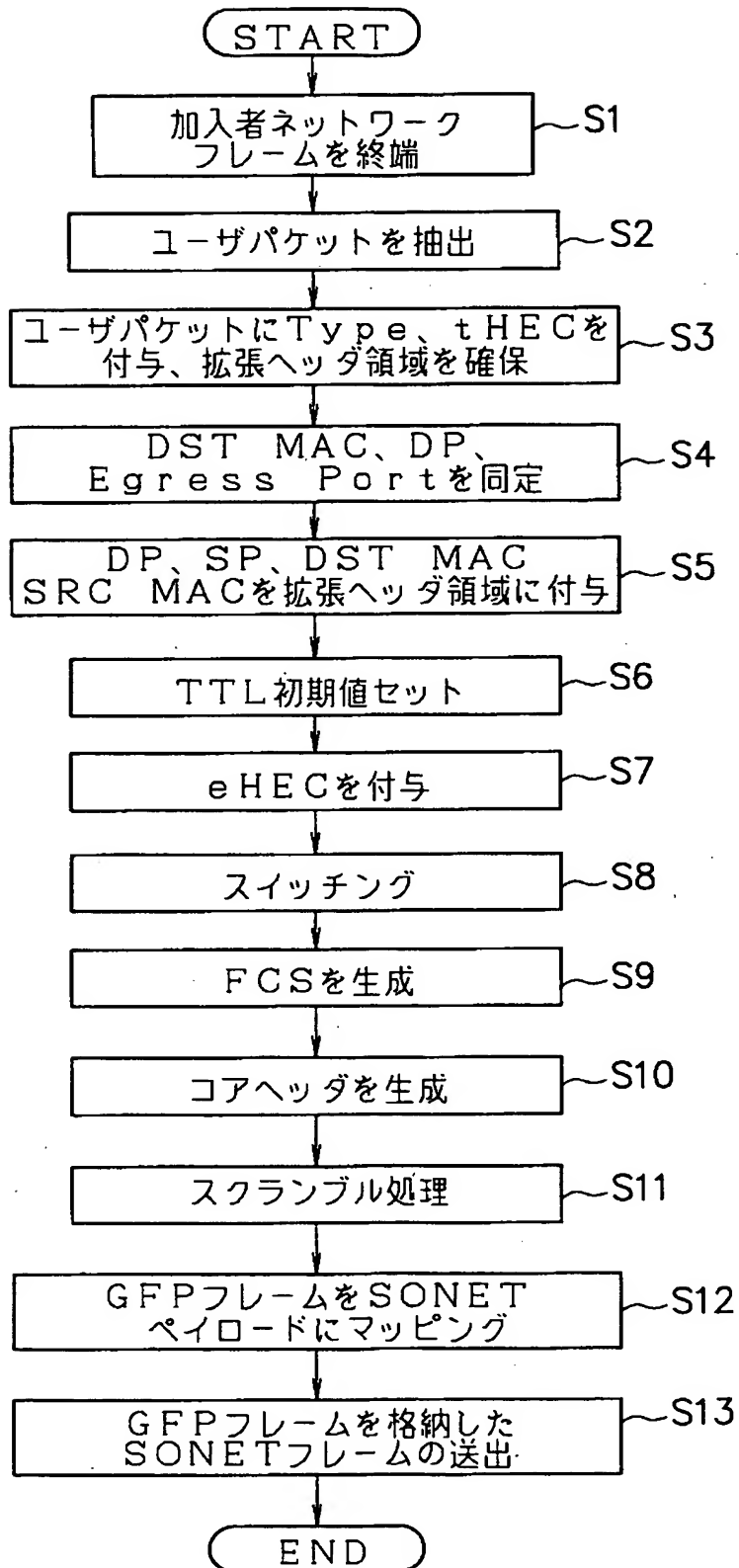
【図2】



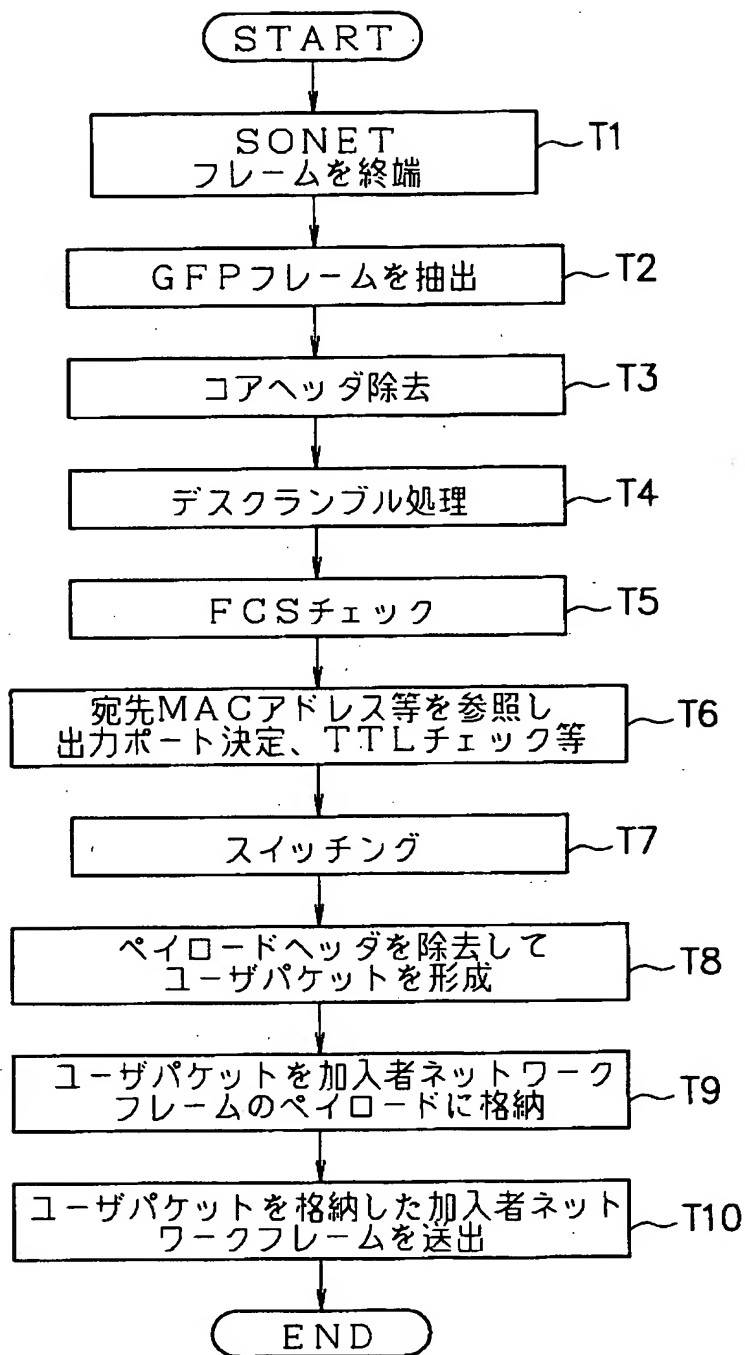
【図3】



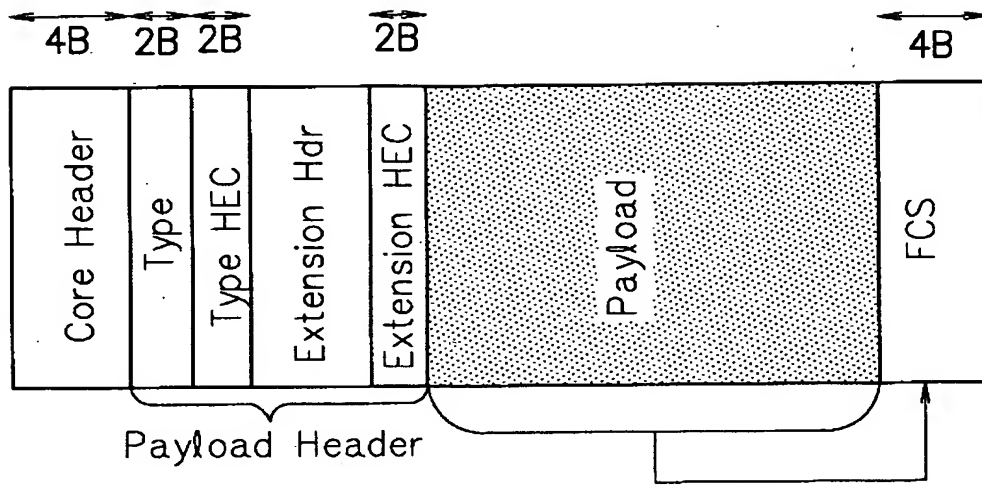
【図4】



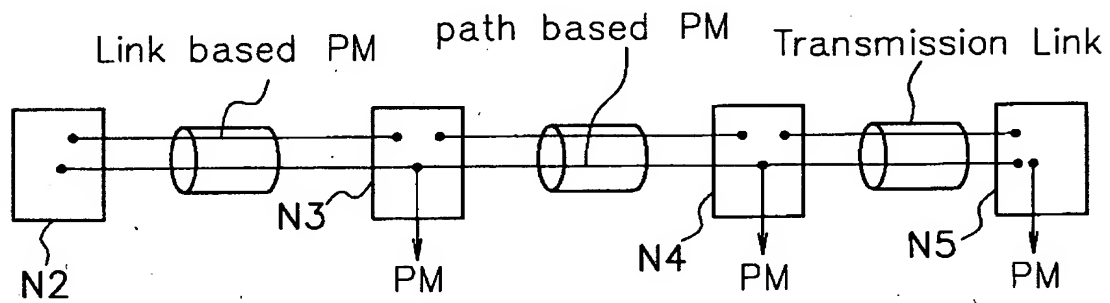
【図 5】



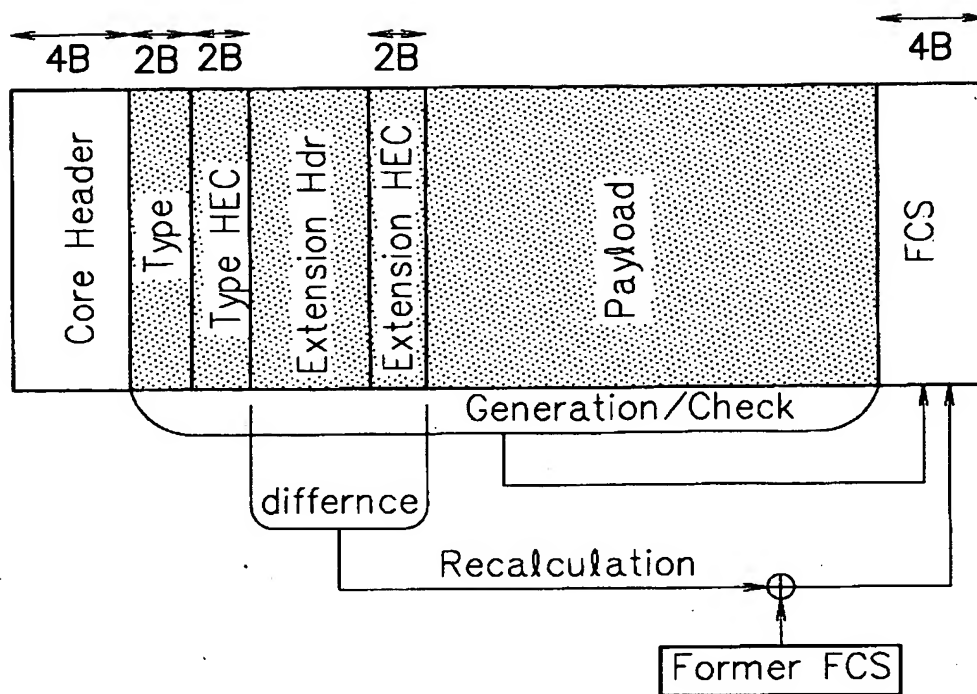
【図 6】



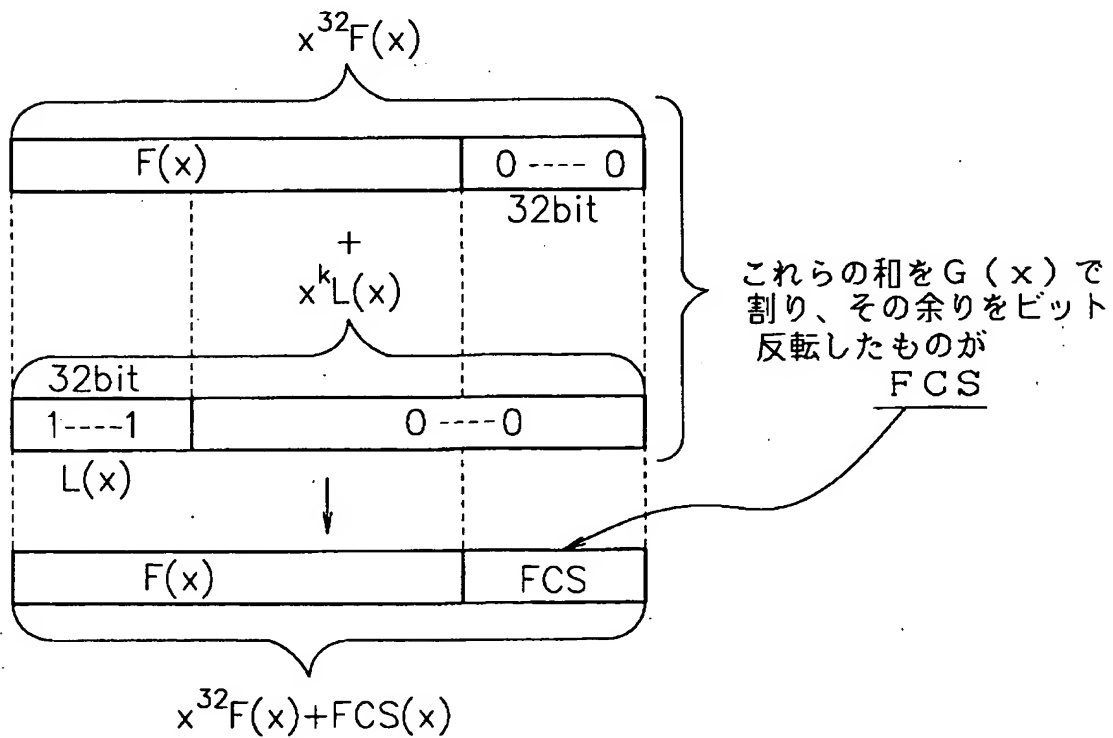
【図 7】



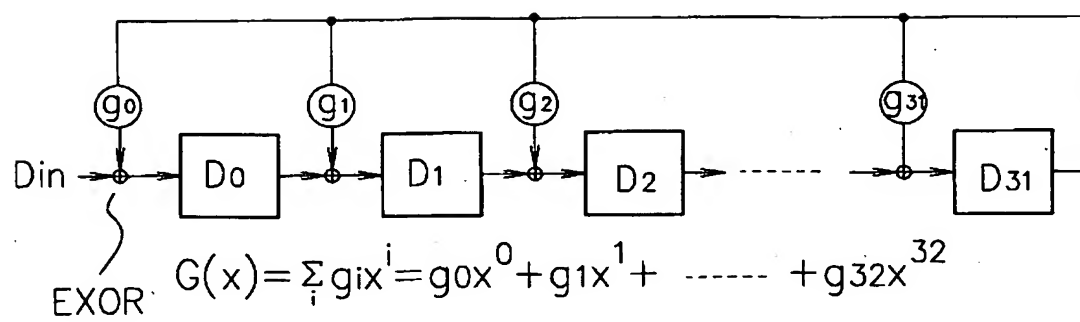
【図 8】



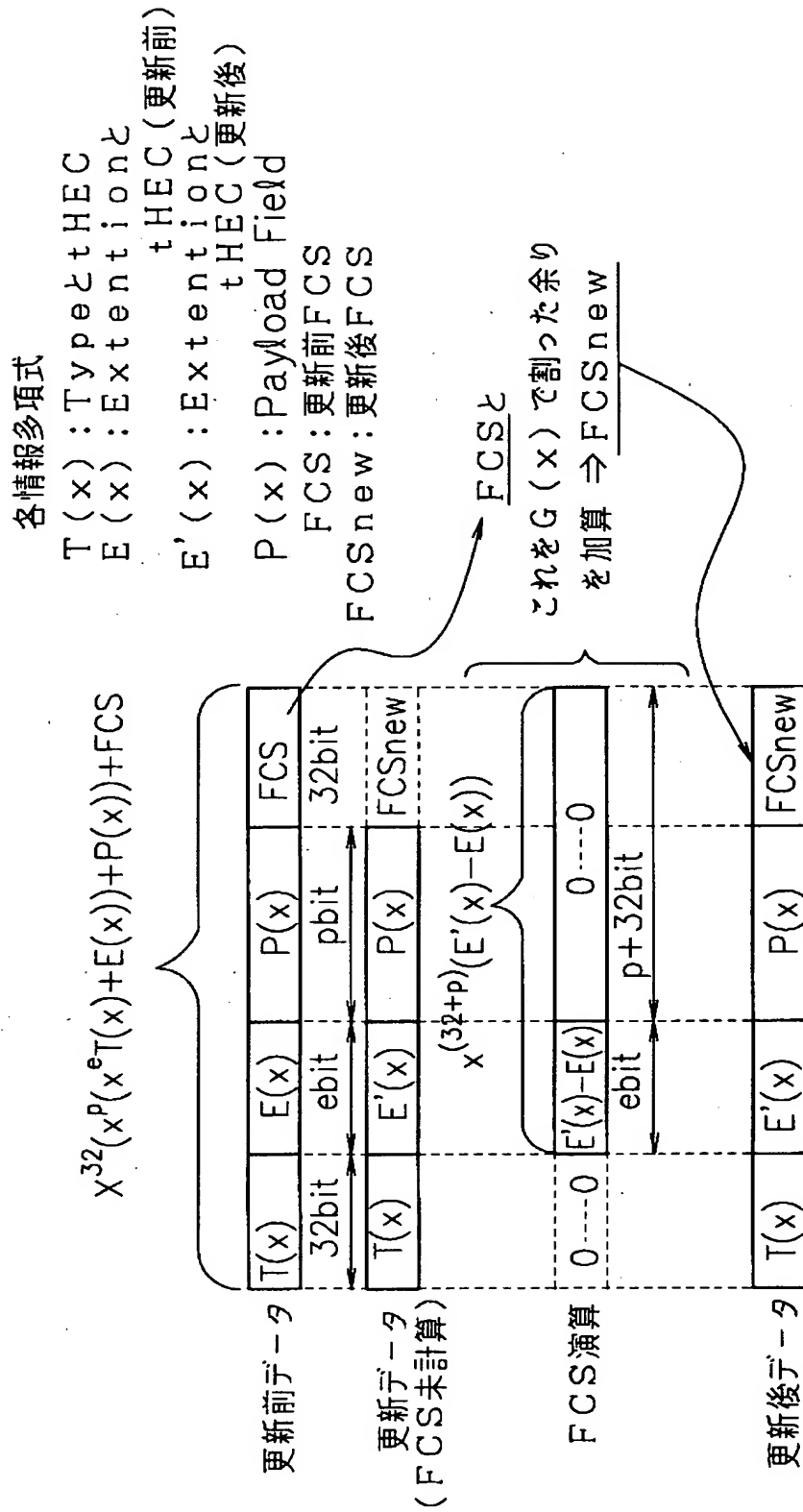
【図 9】



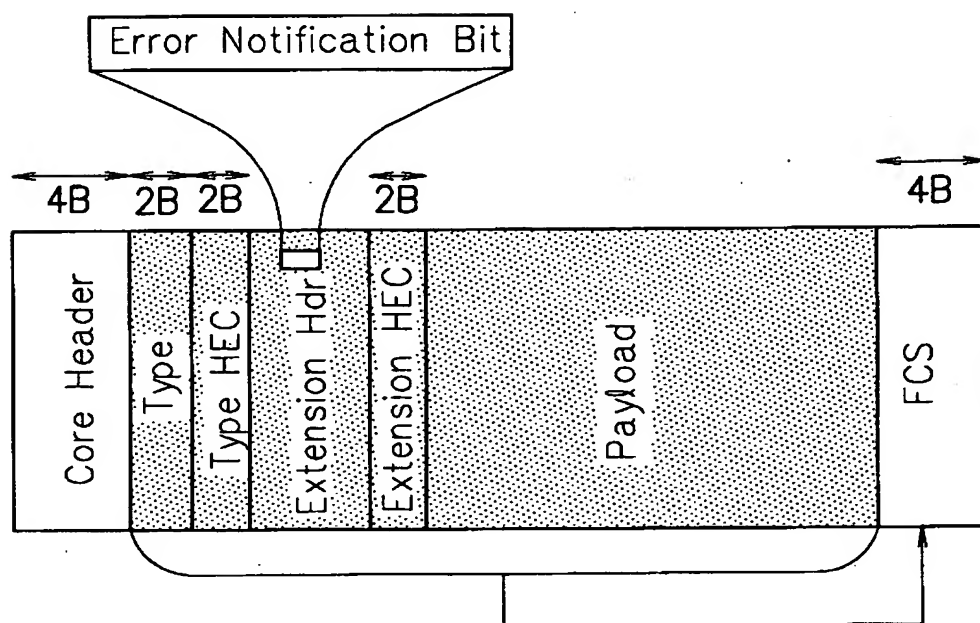
【図 1 0】



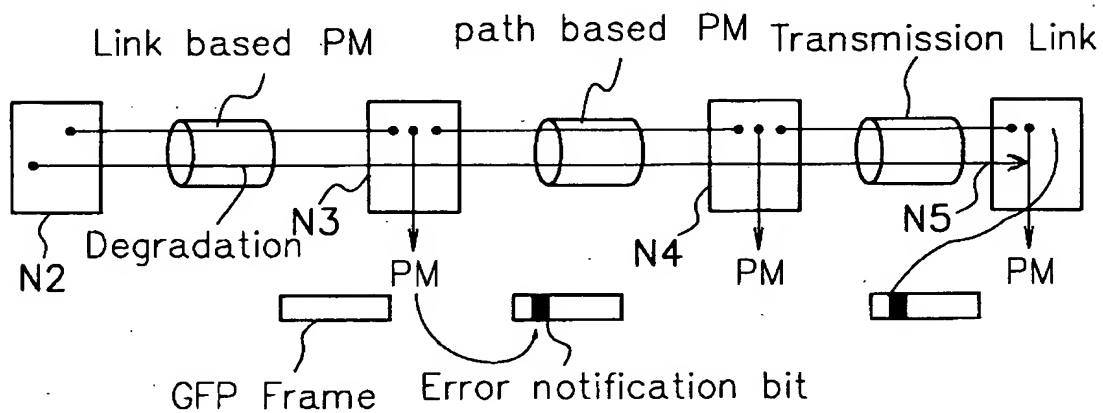
【図 11】



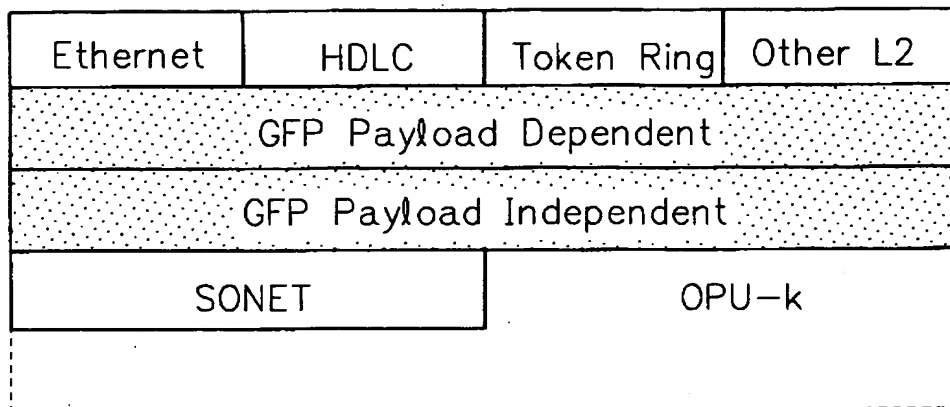
【図 1 2】



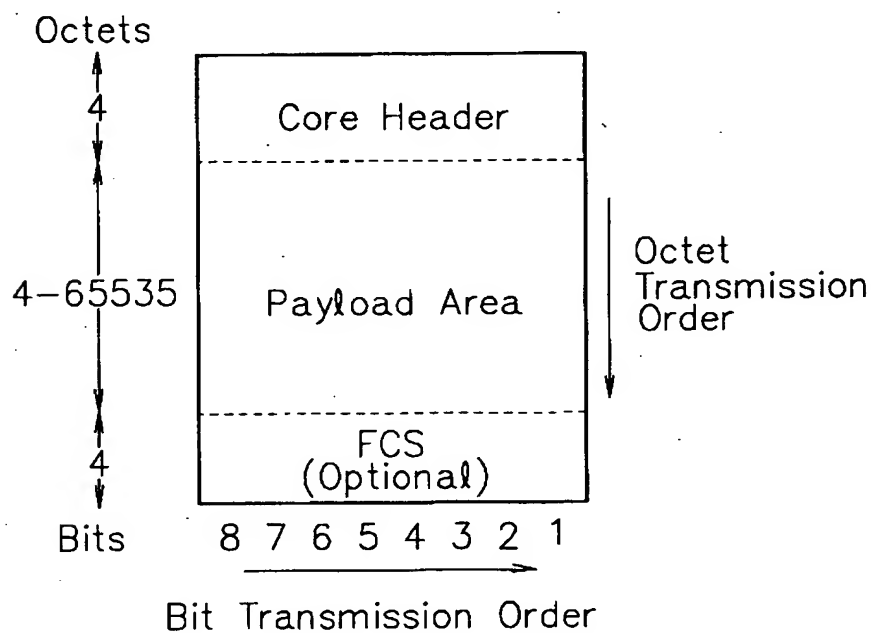
【図 1 3】



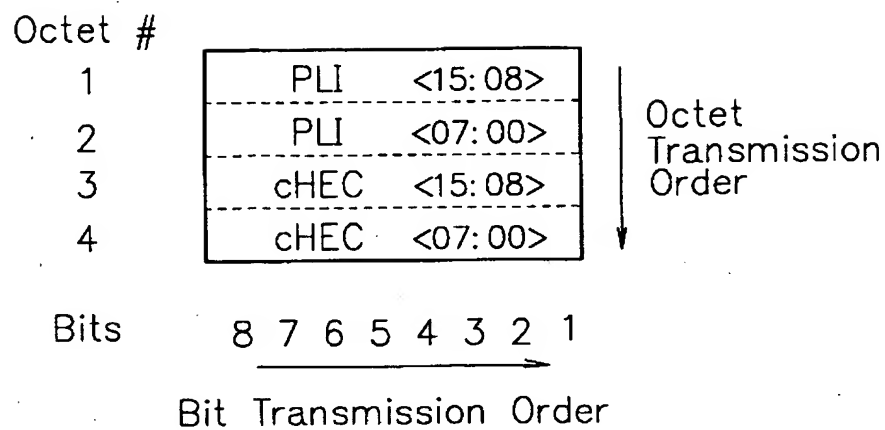
【図 1 4】



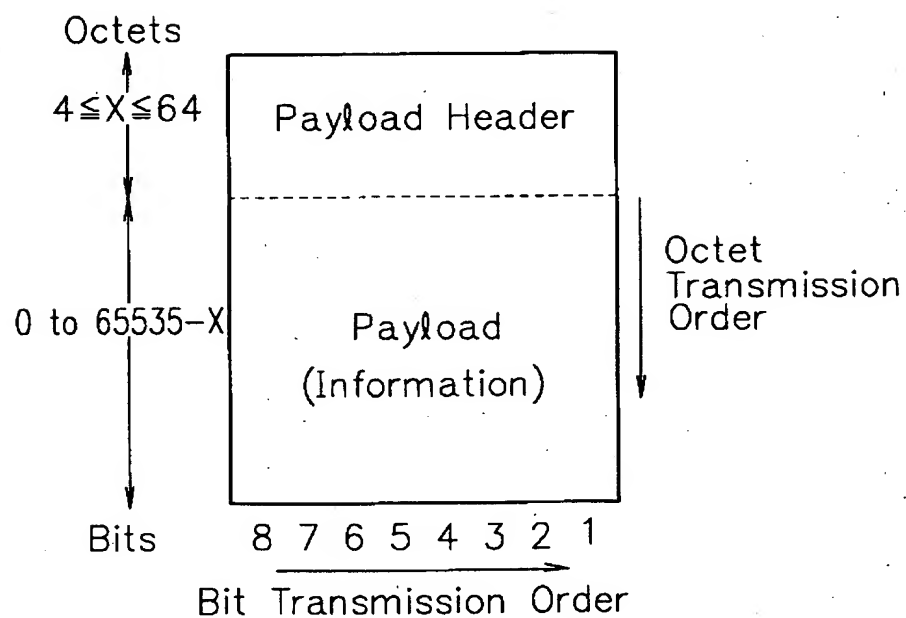
【図 1 5】



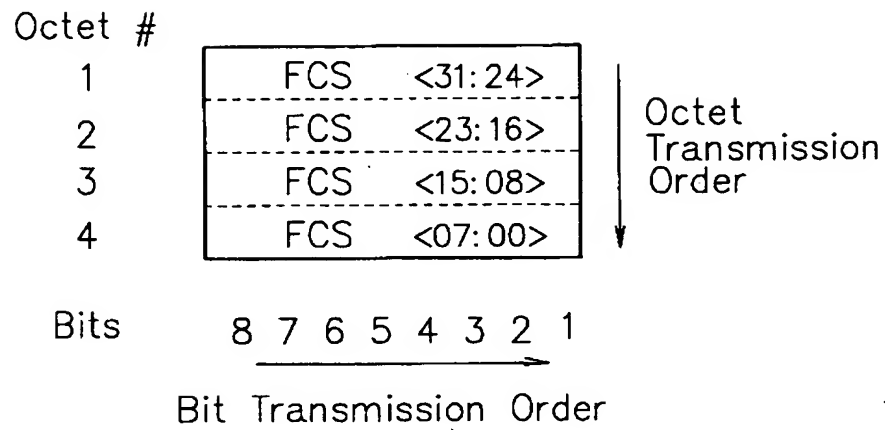
【図 1 6】



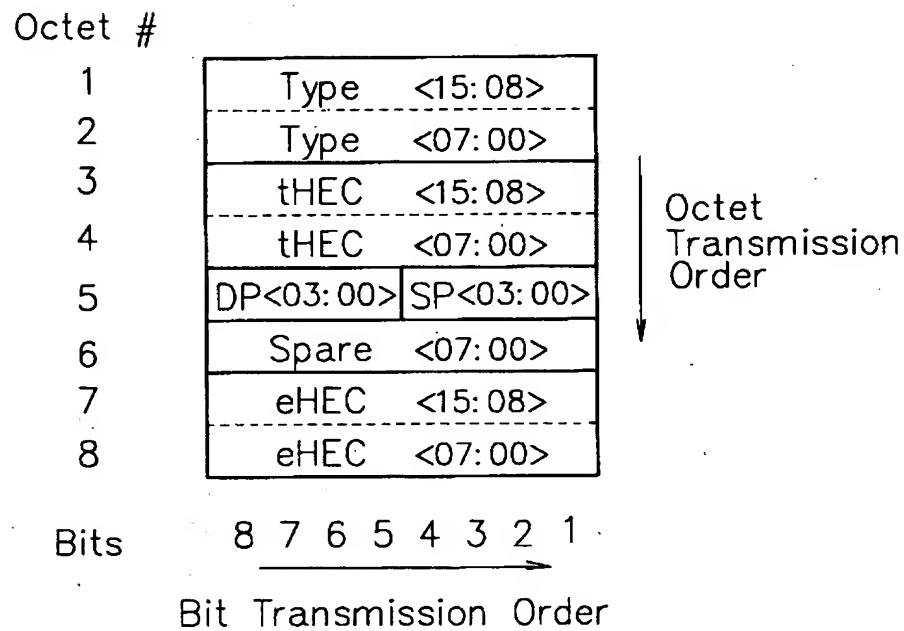
【図 1 7】



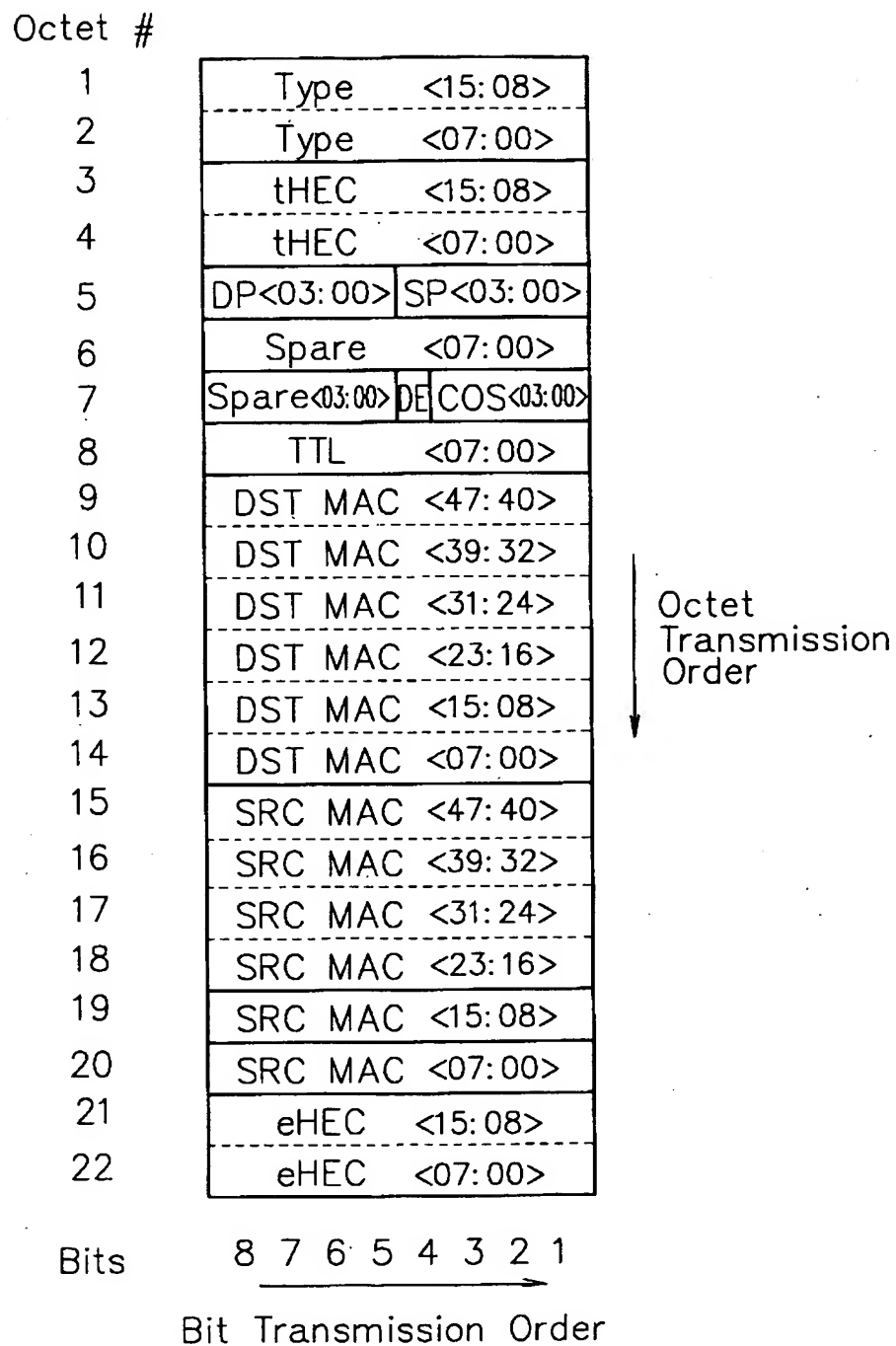
【図 1 8】



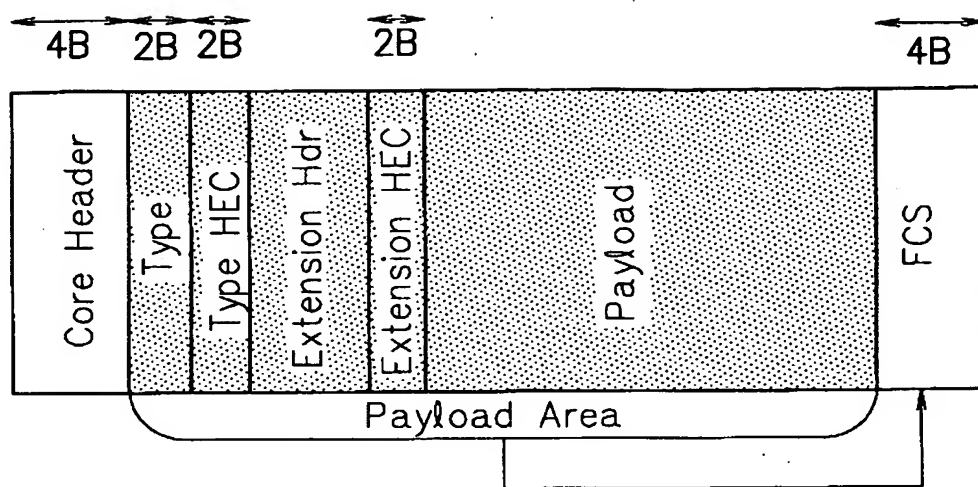
【図 1 9】



【図 2 0】



【図 2 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 GFP (Generic Frame Procedure) フレームの FCS (Frame Check Sequence) のチェックでは、GFP ネットワークの Ingress ノードから Egress ノードまでの end-to-end のパスの性能監視を行うことが不可能であった。

【解決手段】 FCS の生成ターゲット領域を GFP フレームのペイロードフィールドに設定し、中継ノードにおいて FCS 再計算を行わず、FCS チェックでエラーが検出されても GFP フレーム受信時の FCS を付けて次ノードに転送する、等の方法を用いる。

【選択図】 図 6

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝五丁目7番1号
氏 名	日本電気株式会社